
MBL/WHOI
0 0301 0011168 8


MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS





DIE ENTSTEHUNG DER ARTEN

AUF GRUND VON VERERBEN
ERWORBENER EIGENSCHAFTEN NACH DEN GESETZEN
ORGANISCHEN WACHSENS

DRITTER TEIL:

VERGLEICHEND-ANATOMISCH-PHYSIOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN
ÜBER

DAS SKELETT DER WIRBELTIERE

VON

DR. G. H. THEODOR EIMER
WEILAND PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE
ZU TÜBINGEN

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1901.

VERGLEICHEND-ANATOMISCH-PHYSIOLOGISCHE

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DAS SKELETT DER WIRBELTIERE

VON

Dr. G. H. THEODOR EIMER

WEILAND PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE
ZU TÜBINGEN

NACH SEINEM TODE HERAUSGEGEBEN

VON

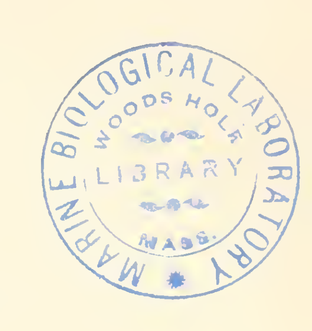
Dr. C. FICKERT IN TÜBINGEN UND Dr. GRÄFIN M. VON LINDEN IN BONN

MIT 66 ABBILDUNGEN IM TEXT

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1901.



FRAU ANNA EIMER

SEINER TREUEN MITARBEITERIN

IM SINNE DES VERSTORBENEN

ZUGEEIGNET

VON DEN HERAUSGEBERN.





Vorwort.

Von den beiden Hauptursachen, welche nach THEODOR EIMER die Umbildung und Entstehung der Arten bewirken, hat er die eine, die Entwicklung nach bestimmten Richtungen, teils noch selbst in den beiden Arbeiten über die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen und in der Orthogenesis der Schmetterlinge behandelt. Zum Teil hat der eine der beiden Unterzeichner nach EIMER's Tode dessen Beweise dafür in den Arbeiten »Über die Artbildung und Verwandtschaft bei den Foraminiferen«[1]) und »Über die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schwimmvögeln«[2]) veröffentlicht.

Die zweite Hauptursache, die Wirkung von Gebrauch und Nichtgebrauch und die Vererbung dadurch erworbener Eigenschaften, wollte EIMER in der vorliegenden Arbeit behandeln. Dieselbe war bei seinem frühzeitigen Tode in der Hauptsache fertig, auch die Mehrzahl der dafür bestimmten Abbildungen schon hergestellt. Es blieb also uns, die wir nach dem letzten Wunsche des Verstorbenen seinen litterarischen Nachlaß herausgeben sollten, nur eine endgültige Revision des Textes und die Einfügung einiger weiterer Abbildungen übrig. Daß wir dabei mit möglichster Pietät gehandelt und uns jeder weitergehenden Änderung enthalten haben, ist selbstverständlich. So kommt es auch, daß wir die inzwischen erschienene Litteratur nicht in vollem Maße berücksichtigt haben: dadurch wäre die Eigenartigkeit des Buches zu sehr berührt worden. Einzelne von uns zugefügte Anmerkungen sind durch unsere Chiffren gekennzeichnet.

---

1) Tübinger Zoologische Arbeiten III. No. 6. Leipzig 1899.

2) Nova Acta, Bd. LXXVII. Nr. 1.

Es wird vielleicht manchem als ein Nachteil erscheinen, daß wir nicht mehr Abbildungen gegeben haben. Aber abgesehen davon, daß dadurch das Buch für den Handel zu sehr verteuert worden wäre, hätte in Wirklichkeit ein ganzer osteologischer Atlas dazu gehört, um die zahlreichen hier behandelten Thatsachen verständlich zu machen. Das Buch will, wie wir im voraus betonen möchten, und wie jeder, der es studiert, selbst merken wird, an der Hand der betreffenden Objekte gelesen sein.

Nur dann wird es den Zweck erfüllen, zu dem es geschrieben ist.

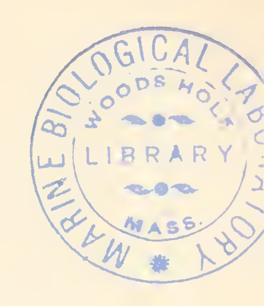
Tübingen und Bonn, im Juni 1901.

Dr. C. Fickert.

Dr. M. Gräfin v. Linden.

Inhaltsverzeichnis.





Einleitung.

Die Aufgabe der vorliegenden Abhandlung ist die, zu zeigen, welche Umbildungen das Wirbeltierskelett durch die Thätigkeit, durch den Gebrauch seiner einzelnen Teile erfahren hat. Mit besonderer Vorliebe habe ich seit Jahren in meinen Vorlesungen über vergleichende Anatomie diesen Gegenstand behandelt und ich fand, je länger desto mehr, wie diese zumeist vollständig vernachlässigte Behandlungsweise Leben in die starr erscheinenden Knochen bringt, wie sie allein, im Zusammenhang mit dem heute fast ausschließlich berücksichtigten morphologisch-genetischen Verfahren, die Mannigfaltigkeit der Formen auf eine Einheit zurückführen, die Gestaltung des Skelettes überhaupt erklären läßt und so die Skelettlehre zum anregendsten und bedeutendsten Abschnitt der ganzen vergleichenden Anatomie zu gestalten imstande ist.

Diese physiologisch-anatomische Betrachtung des Skelettes bietet einen der wichtigsten Baugründe einer auf Thatsachen festzustellenden Entwicklungslehre, indem sie auf Schritt und Tritt die glänzendsten und greifbarsten Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften vor Augen führt.

Seit dem Erscheinen des ersten Teils meiner »Entstehung der Arten« habe ich ununterbrochen daran gearbeitet, meine dort niedergelegten Ansichten durch weitere Thatsachen zu stützen und insbesondere die Bedeutung der Thätigkeit für die Gestaltung der Form, eben auf Grund der Vererbung erworbener Eigenschaften, nachzuweisen. Zu diesem Zwecke habe ich mich seither ins einzelnste hinein eben mit dem Studium des Gerippes beschäftigt und bin dabei nach einer besonderen Richtung zu wichtigen Ergebnissen gelangt, welche eine der Grundlehren des Neudarwinismus besonders nachdrücklich zurückweisen.

Während dieser Neudarwinismus behauptet, daß jede einzelne Eigenschaft eines Organismus unabhängig von allen übrigen für sich durch die »Allmacht der Naturzüchtung« gezüchtet worden sei — wobei er uns allerdings nicht darüber belehrt, was unter »einer Eigenschaft« zu verstehen ist — führten mich meine Untersuchungen auf die Feststellung der außerordentlich großen Bedeutung, welche das **Gesetz des Gleichgewichts oder der Kompensation** für die ganze Gestaltung des Skelettes hat, indem durch den Gebrauch nur auf Grund der Vererbung erworbener Eigenschaften verstärkte und vergrößerte Teile dergestalt von dem dem Tiere mitgegebenen Stoff verbrauchen, daß andere benachbarte

weniger thätige und mehr entbehrliche Teile schmächtig werden oder schwinden. So stehen, ganz im Gegensatz zu jener Erfindung des Neudarwinismus, alle Teile des Organismus in Massenabhängigkeit, verändern sich also zusammen, nicht jeder einzeln für sich, was ja die Thatsachen der Wechselbezüglichkeit oder Korrelation übrigens auf mehr allgemein physiologischem Gebiete für jeden Naturforscher längst außer allen Zweifel stellen.

Als Ergebnis meiner Untersuchungen über die Umbildung der Organe durch Thätigkeit habe ich früher jene Arbeit über das Muskelgewebe veröffentlicht[1]), in welcher ich gezeigt habe, wie die morphologischen Eigenschaften des Muskelgewebes, vorzüglich auch die Querstreifung, eine Folge des Gebrauchs sind und damit auf Vererbung erworbener Eigenschaften beruhen.

Schon vor Jahren hatte ich darauf hingewiesen, in wie auffallender Weise bei den Rippenquallen die deren Gallertgewebe durchziehenden Fasern, welche unabgrenzbar ineinander übergehen, die Eigenschaften bald von Bindegewebs-, bald von Muskelfasern zeigen. Stets sind die senkrecht zu den Richtungen der stärksten Zusammenziehung des Körpers verlaufenden Fasern am ausgesprochensten Muskelfasern, die entgegengesetzt verlaufenden am ausgesprochensten Bindegewebsfasern[2]). Ich schloß daraus, daß es die Thätigkeit sei, welche aus einer für Bindegewebe und Muskelgewebe gleichartigen Mesoblastgrundlage das letztere im Gegensatz zum ersteren herausgebildet habe.

Später ist durch andere, zunächst durch W. Flemming[3]), ein untrennbarer Übergang zwischen Bindegewebe und Muskelgewebe auch bei höheren Tieren festgestellt worden, wie denn bekanntlich hier die Unterscheidung von Bindegewebs- und Muskelzellen zuweilen gleichfalls fast unmöglich ist.

Bei *Beroë ovatus* und dann bei den Medusen[4]) habe ich Zellen als Nervenzellen beschrieben, welche sich morphologisch fast gar nicht von Bindegewebszellen unterscheiden, bis zu solchen, welche wohlausgestattete Nervenzellen sind. Die Zugehörigkeit auch der ersteren zum Nervensystem wird durch das physiologische Experiment auf das handgreiflichste erwiesen.

In den bindegewebsähnlichen Nervenzellen handelt es sich offenbar um Abkömmlinge des Ektoblasts, welche als Nervenzellen thätig sind, jedoch nur in dem Maße, daß ihre Arbeit ihnen äußerlich noch nicht die Kennzeichen von solchen aufgedrückt hat.

---

[1]) Die Entstehung und Ausbildung des Muskelgewebes, insbesondere der Querstreifung desselben, als Wirkung der Thätigkeit betrachtet. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. LIII. Supplement 1892.

[2]) Th. Eimer, Zoologische Studien auf Capri. I. Über *Beroë ovatus*, ein Beitrag zur Anatomie der Rippenquallen, Leipzig, Engelmann 1873.

[3]) Über Formen und Bedeutung der organischen Muskelzellen. Zeitschr. für wissenschaftliche Zoologie Bd. XXX. Supplement 1878.

[4]) Th. Eimer, Die Medusen physiologisch und morphologisch auf ihr Nervensystem untersucht. Tübingen, Laupp 1878.

Denn — diesen Satz vertrat ich schon eben in meiner Abhandlung über die Medusen — die Funktion, die Thätigkeit bedingt erst die morphologischen Eigenschaften der Gewebe, ruft dieselben erst hervor. Diesen hochwichtigen Satz bezeichnete ich als das biologische **Grundgesetz**[1]) und hob hervor, daß derselbe den vollkommensten Widerspruch gegenüber der Nichtanerkennung der Vererbung erworbener Eigenschaften einschließt und das Gegenteil derselben besagt.

»Das Plasma hat die Eigenschaft, durch Einwirkung äußerer Reize physiologisch und morphologisch verändert, umgestaltet zu werden[2]).«

Die Funktion, die Thätigkeit, der Gebrauch geht also der morphologischen Eigengestaltung voraus, aber nicht in dem Sinne, daß Arbeit der Organe oder äußere Einwirkungen auf die Organismen überall allein unmittelbar Umgestaltung hervorrufen würden. Es kommt vielmehr die Wirkung dessen hinzu, was als **innere** oder **konstitutionelle Ursachen** zu bezeichnen sind, nicht zu verwechseln mit den inneren Ursachen von Nägeli, welche als Vervollkommnungsprinzip in etwas mystischer Gestalt erscheinen. Meine inneren Ursachen sind rein physiologische: der Organismus wird durch die fortdauernde Einwirkung äußerer Einflüsse allmählich in seiner Zusammensetzung, seiner Konstitution selbst ein anderer, indem die durch dieselben in ihm hervorgerufenen Veränderungen sich allmählich, von Generation zu Generation, immer mehr festigen und indem ihn seine eigene physiologische Arbeit überhaupt verändert. Ich sprach deshalb statt von inneren auch von konstitutionellen Ursachen. Doch ist dies ein ungeberdiges Fremdwort, und ich komme deshalb gern wieder auf »innere Ursachen« zurück.

Nach Vorstehendem wird auch das Ergebnis der inneren Thätigkeit, das Alter, die Organismen nicht nur individuell, sondern auch phyletisch, im zunehmenden Stammesalter, verändern. Ein Beispiel hierfür giebt eben die Entstehung von Knochengewebe bei den Tieren ab. Der Gebrauch der Teile, äußerer Reiz ist in vielen Fällen ausgesprochen die Ursache von Knochenbildung, wie im Folgenden gezeigt werden wird. Es entstehen so auch zahlreiche selbständige neue Knochen. Ich erinnere nur an die Sesambeine. Aber vielfach entsteht Verknöcherung infolge des Alters der Tiere: Verknöcherung des Ohrknorpels von Huftieren zum Beispiel. In letzterem Falle kann es sich nicht um den Gebrauch des Ohres als Ursache der Knochenbildung handeln — es sind hier offenbar jene inneren Ursachen maßgebend. Und es dürfte auf diese Ursachen die Entstehung des Knochengewebes aus niederen Bindesubstanzen überhaupt zurückgeführt werden. Dafür möchte die Thatsache sprechen, daß Knochengewebe erst bei den Wirbeltieren auftritt und zwar in vermehrter Ausbildung in den höheren Abteilungen derselben.

Die Bedeutung der Funktion für die histologische Ausbildung in dem vorgetragenen Sinne ist meines Wissens nur noch von W. Roux behandelt worden und zwar in ausgiebiger Weise[3]).

---

1) Entstehung der Arten I. S. 339. 2) Ebenda. 3) W. Roux, Der Kampf der Teile im Organismus, 1881.

Die wichtigste Arbeit über die Umbildung eines Teils des Skelettes ist die des Amerikaners COPE[1], während bei uns KARL GEGENBAUR in seiner Anatomie des Menschen[2]) überall physiologische Gesichtspunkte zur Erklärung der Form benutzt. Einige andere bezügliche Arbeiten sollen noch berührt werden.

Ich selbst habe die Frage der Umbildung durch die Thätigkeit schon im ersten Teil meiner »Entstehung der Arten« auch in Beziehung auf das Skelett im allgemeinen behandelt, indem ich sagte[3]): »Zahllose Organe des tierischen Körpers können so ihre Ausbildung allmählich erworben und vererbt haben, zuweilen unter gleichzeitiger Rückbildung. Man denke nur an die Gliedmaßen der Huf- und anderer Tiere: der Fuß der Einhufer, der Strauße, der Hinterfuß der Kängurus beruht in seiner rückgebildeten und wieder fortgeschrittenen Gestaltung doch nur auf vererbter Erwerbung Anpassung an dasselbe physiologische Bedürfnis, d. i. Vereinfachung der Zahl und Verstärkung einer oder weniger übriggebliebener Zehen zum Zweck der Erzielung größerer Festigkeit und rascheren Fortkommens auf hartem Boden — im Gegensatz z. B. zu dem fünfzehigen Elefantenfuß, welcher mehr das Einsinken verhütet.

Die gegenwärtig leider fast ganz außer Gebrauch gekommene Behandlung der vergleichenden Anatomie, insbesondere der Skelettlehre von diesem physiologischen Gesichtspunkt aus gewährt, wie erwähnt, ganz besondere Reize und giebt überall Anhaltspunkte für meine Auffassung. Am wichtigsten sind in dieser Beziehung die sogenannten ‚analogen Organe', d. h. Organe, welche, obschon sie ganz verschiedenen, nicht unmittelbar blutsverwandten Tieren angehören, ganz ähnlich gestaltet sind, weil sie demselben Zwecke dienen — so eben die Ähnlichkeit in der Bildung der Gliedmaßen bei den vorhin genannten, die Entstehung eines Brustbeinkammes zum Ansatz der Brustmuskeln bei fliegenden und grabenden Tieren, bei Vögeln, Fledermäusen, der beim Maulwurf u. s. w.«

Ferner wies ich darauf hin, daß sich in solchen Fällen wiederholt bestimmt auf die zukünftige Gestaltung von Organen schließen lasse, welche heute erst in der Umbildung begriffen sind. Der Schluß auf solche zukünftige Gestaltung, wie ihn WIEDERSHEIM in Beziehung auf verschiedene Teile des menschlichen Körpers gezogen hat[4]), läßt sich nur ziehen, wenn man entweder bestimmte, auf allgemein physiologischen Ursachen beruhende Entwicklungsrichtungen voraussetzt oder wenn man solche physiologische Ursachen erkennt in unmittelbaren äußeren Einwirkungen, im besonderen im andauernden Gebrauch und damit in der Vererbung erworbener Eigenschaften.

---

[1]) E. D. COPE, The mechanical causes of the development of the hard parts of the mammalia. Journ. of morphology Vol. III. 1889.

[2]) K. GEGENBAUR, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. IV. Aufl. 1895/96.

[3]) A. a. O. S. 177.

[4]) R. WIEDERSHEIM, Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. Freiburg i/B. 1887. (Berichte der naturf. Gesellsch. II.) 2. Aufl. 1893.

Im Jahr 1889 hat E. D. Cope seine erwähnte Arbeit veröffentlicht, in welcher er zahlreiche Umbildungen des Skelettes der Säuger durch mechanische Ursachen zu erklären versucht, vorzüglich solche der Gliedmaßen, und in welchen er auch nachdrücklich hinweist auf die Wirkung festen Stehens auf hartem Boden. In den neueren Arbeiten über Vererbung, welche die Vererbung erworbener Eigenschaften nicht anerkennen, ist selbstverständlich auch auf die Ausführungen Cope's keine Rücksicht genommen. Es ist schon deshalb notwendig, daß auf dieselben nachdrücklich hingewiesen wird, um sie in Deutschland unter den Zoologen bekannt zu machen.

Neuerdings haben Rudolf Fick[1], dann W. Roux[2], Gustav Tornier[3], J. L. Worthman[4]) mit der Entstehung der Gelenkformen auf mechanischem Wege, überall auf Grund der Vererbung erworbener Eigenschaften, sich beschäftigt und diese Vererbung nachgewiesen. Ebenso sind in der Arbeit von Cope mehrere amerikanische Forscher genannt, welche dies in Beziehung auf das Skelett der Wirbeltiere gethan haben. Einige bezügliche Bemerkungen finden sich in der neuesten (1893) Auflage von R. Wiedersheim's Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, weitere in dessen schon erwähnter Schrift über den Bau des Menschen — Bemerkungen, welche wenigstens bestimmte Formgestaltungen auf die Funktion zurückführen, was doch nur auf Grund von Vererbung erworbener Eigenschaften geschehen kann. Ich hebe dies hervor, weil Wiedersheim sonst auf dem Weismann'schen Standpunkt steht, wie er denn Rückbildungen nicht durch Aufhören der Thätigkeit, sondern durch Panmixie erklären will.

Die meisten, wenn nicht sämtliche Untersuchungen und Bemerkungen der genannten Forscher beziehen sich aber, wie auch diejenigen Cope's, nur auf das Skelett der Säuger, während ich im Folgenden das der Wirbeltiere überhaupt behandle.

Ursachen der Umbildungen des Skelettes.

Es wird sich aus dem Folgenden ergeben, in wie hohem Grade jeder einzelne Teil des Gerippes Erklärungen seiner Gestaltung auf Grund seiner Thätigkeit herausfordert und in wie hohem Grade das Skelett als Ganzes und wie sehr damit wiederum die Körperform durch die Thätigkeit beeinflußt ist.

Dazu kommen noch andere Ursachen der Gestaltung, welche wir alsbald berühren werden. Aber immerhin erscheint die Funktion als die

---

1) Rudolf Fick, Archiv für Anatomie und Physiologie 1890.

2) W. Roux, Biologisches Centralblatt 1891.

3) Gustav Tornier, Morphol. Jahrb. 1886, Archiv für Naturgesch. 1891, Gesellsch. naturf. Freunde Berlin 1894. No. 1. u. 2, Verhandl. d. anatom. Gesellschaft (achte Vers. in Straßburg 1894, Archiv für Entwickelungsmechanik von Roux Bd. 1, Heft 1.

4) J. L. Worthman, A new theory of the mechanical evolution of the metapodial Keels of Diplarthra. American Naturalist 1 Mai 1893.

wesentlichste treibende Kraft der Umbildung, und sie ist es auch, welche die Vererbung erworbener Eigenschaften überall in das hellste Licht setzt. Zu leugnen, daß Verstärkung, Wachsen der Teile — abgesehen hier von physiologischer Vermehrung der Funktionsfähigkeit — infolge vermehrter Ernährung stattfindet, ist angesichts der Thatsachen auch dem äußersten Verächter physiologischer Vorstellung heutzutage nicht mehr möglich. Aber auch die Vererbung solcher Umgestaltung nicht anerkennen zu wollen, muß auf Grund des im Folgenden Vorzuführenden als ein Leugnen eben von Thatsachen erscheinen. Die wunderbaren Mißgestaltungen von Skelettteilen, welche durch die Thätigkeit oder Unthätigkeit der Teile infolge der Stallfütterung erzielt worden sind — wie die später zu behandelnden Schädel von Schweinerassen — zeigen die Wirkung eines in absehbarer Zeit gemachten Experiments, welches jeder Ausflucht zu genügen weiß.

Man wird also an der Hand der aufzuführenden Thatsachen finden, daß die Veränderungen in den meisten Fällen allerdings mit Thätigkeit, mit Gebrauch, mit mechanischem Reiz überhaupt zusammenhängen und darin ihre Ursache haben: so mit der Mechanik der Muskelthätigkeit, mit der Arbeit der Knochen an sich, z. B. bei der Ortsveränderung mit Reibung, Druck, Streckung u. s. w. — andererseits sind sie bedingt durch Unthätigkeit, indem dadurch Rückbildung erzeugt wird. Die unmittelbare Veranlassung zur Veränderung ist dann also vermehrter oder verminderter Zufluß von Ernährungssäften.

Häufig aber handelt es sich bei den Umbildungen, wie schon hervorgehoben, um physiologische Ausgleichung: wenn ein Teil auf Grund der Thätigkeit zunimmt oder wenn Teile auf Grund derselben sich vermehren, müssen andere abnehmen oder sich vermindern — so ist mit Verstärkung von Becken und Hintergliedmaßen Verminderung der Wirbel verbunden und umgekehrt. Aber ebenso können sich Teile vergrößern oder vermehren auf Grund dessen, daß andere verkümmern.

Auch hier sind in letzter Linie Ernährungseinflüsse maßgebend. Der ganze Vorgang macht aber schon jetzt den Eindruck des Wachsens nach bestimmten Richtungen. Noch viel mehr tritt diese Vorstellung in den Vordergrund, wenn die physiologischen Ursachen gewisser, in bestimmten Richtungen vor sich gehender Umbildungen nicht deutlich zu erkennen sind, wenn es nicht die Arbeit eines Teils, sondern vielleicht die des ganzen Organismus ist, welche dieselben hervorruft.

Solche allgemein physiologischen Ursachen können nicht nur zur Veränderung der Form, sondern auch zur Veränderung der Zusammensetzung führen.

Dahin gehört die schon erwähnte Umbildung von Bindegewebe in Knorpel, des Knorpels in Knochen oder die des Bindegewebes unmittelbar in Knochen mit dem Alter des Einzelwesens wie der Art.

Durch mechanischen Reiz kann, offenbar wiederum in Beziehung zur Ernährung, Verwachsung von Teilen erfolgen, welche nun ein Ganzes bilden.

In hervorragendem Maße tritt die Umbildung des Skelettes durch einige der erwähnten Ursachen in die Erscheinung beim Entstehen ganz neuer Knochen, solcher, welche ursprünglich nicht zum Plan des Gerippes gehört haben. Es ist die Bedeutung dieser Knochen für unsere Fragen bisher gänzlich unbeachtet geblieben.

Endlich kommen auch unmittelbare äußere Einflüsse, wie die Art der Ernährung und die größere oder geringere Reichlichkeit derselben, die größere oder geringere Aufnahme von Kalk in den Körper, in Betracht: Alles vielfach wieder unter dem Einfluß des Ausgleichs, der Kompensation stehend, von welcher nun näher gehandelt werden soll.

Das Gesetz der Ausgleichung oder Kompensation.

Eine besondere Bedeutung habe ich im Folgenden der Thatsache zugeschrieben, daß im Organismus ein Ausgleich des vorhandenen Stoffes stattfindet, indem an Masse und Zahl zunehmende Teile sich auf Kosten anderer verstärken und vermehren können. Auf die große Bedeutung dieser von der heutigen Anatomie und Biologie gar nicht oder kaum gewürdigten Thatsache bin ich zunächst gekommen durch die Erkenntnis, welche Bedeutung starke Ausbildung oder andererseits Verkümmerung und Fehlen der Gliedmaßen, besonders der hinteren, für die ganze Gestaltung des Skelettes und damit des Tieres hat. Da aber die kräftige Ausbildung der Hintergliedmaßen, z. B. des Frosches oder einer Springmaus, mit der Thätigkeit, mit dem Gebrauch zusammenhängt, so bedingt in diesem Falle die Thätigkeit den Ausgleich, d. h. sie kann die Veranlassung der Rückbildung anderer Teile des Körpers werden, wie denn bei den schwanzlosen Lurchen, Fröschen und Kröten, vor allem bei der surinamschen Wabenkröte, die Gliedmaßen — hier in hervorragendem Maße auch die vorderen — augenscheinlich mit an der Verkürzung des Körpers, an der Verkürzung der Wirbelsäule teilhaben, so daß diese Tiere fast nur noch aus Gliedmaßen bestehen. Andererseits hat sich mit dem Zurücktreten, mit der Verkümmerung und dem Schwinden der Hintergliedmaßen bei Schleichenlurchen, Schleichenechsen und Schlangen der Rumpf ungemein verlängert, die Zahl der Wirbel zugenommen.

So ist zuletzt die ganze Gestaltung des Skelettes in diesen und, wie wir sehen werden, nicht minder deutlich in zahllosen anderen Fällen wesentlich mit bedingt von der Thätigkeit, welche die Gliedmaßen bei den betreffenden Tieren ausüben oder ausgeübt haben. So stehen aber auch sonst alle Teile eines Organismus unter sich in gegenseitiger Abhängigkeit, sodaß zuletzt ein beherrschender Teil allen anderen mehr oder weniger seinen Einfluß aufprägen kann.

Nicht minder ist es die Thätigkeit, welche diese Art von Bezüglichkeit der Teile beherrscht. Es können auch durch andere Umstände bedingte besondere Ernährungsverhältnisse maßgebend sein. Doch gehe ich hier nicht näher darauf ein, das Weitere wird sich aus der Mitteilung und näheren Betrachtung der Einzelheiten ergeben.

Es ist zunächst nötig, noch hervorzuheben, wie sich der Begriff des Ausgleichs oder der Kompensation zu dem der Bezüglichkeit oder Korrelation stellt. Im Grunde ist der Ausgleich offenbar nur eine besondere handgreifliche, auf die Verwendung der Menge des vorhandenen Baustoffes im Körper sich beziehende Korrelation.

Ich sehe, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, in der Kompensation eine der allerwichtigsten Ursachen der Umgestaltung der Form und der Zusammensetzung des organischen Körpers, wie ich solche Bedeutung übereinstimmend mit Darwin, aber vorzugsweise auch im Sinne »kaleidoskopischer« Umbildung oder sprungweiser Entwicklung schon früher der Korrelation zugeschrieben habe[1]).

Nachdem ich einen großen Teil der bezüglichen Thatsachen überblicke, ohne mir anzumaßen, daß ich mehr als nur einen ganz kleinen Teil derjenigen kenne, welche überhaupt in den Bereich der Kompensation fallen, nachdem ich mich jedenfalls eingehend mit solchen Thatsachen beschäftigt habe, erscheint es mir geradezu als unverständlich, daß man die Bedeutung der Kompensation in der vergleichenden Anatomie und in der Entwicklungslehre dergestalt aus dem Auge verloren hat, wie dies thatsächlich der Fall ist. Denn Gebrauch wird von Thatsachen, welche das Gesetz des Gleichgewichts beweisen, so gut wie keiner gemacht. Höchstens wird einmal erwähnt, daß Goethe dieses Gesetz ausgesprochen habe. Aber auch in Reden bezw. Abhandlungen, in welchen die Bedeutung Goethe's als Naturforscher behandelt wurde, ist gerade die Kompensation meist gar nicht erwähnt; nur Virchow erwähnt dieselbe in seiner Rede: »Goethe als Naturforscher«[2]). Man hielt augenscheinlich diese Kompensation für eine bedeutenderer thatsächlicher Grundlagen entbehrende Spekulation. So hatte auch ich auf die Goethe'schen Äußerungen kein besonderes Gewicht gelegt, und in der That war dies zu thun erst möglich, nachdem ich selbständig an der Hand hochbedeutsamer Thatsachen auf die Wichtigkeit des Gesetzes vom Gleichgewicht gekommen war. Jetzt war ich erstaunt, das Wesentliche des Gesetzes bei Goethe klar und deutlich ausgesprochen und bei ihm sogar das Beispiel vom Frosch und der Schlange wiederzufinden, welches ich einige Zeit vorher in einem hier gehaltenen wissenschaftlichen Vortrage als sprechenden Beleg für die Bedeutung der starken Ausbildung bezw. des Schwindens der Gliedmaßen für die Gestaltung des ganzen Skelettes vorgeführt hatte.

Im übrigen konnte auch dieses Beispiel bei Goethe, so wie es gegeben ist — ohne nähere Begründung, ohne Hinweis auf Ursache und Wirkung — vor Feststellung der im Folgenden mitzuteilenden Thatsachen nur etwa als eine zufällig zu Gunsten seiner Spekulation sprechende Gestaltung der Natur erscheinen, welche vielleicht ganz anders zu

---

[1]) Vergl. meine Entstehung der Arten S. 49 ff.

[2]) R. Virchow, Goethe als Naturforscher und in besonderer Beziehung auf Schiller. Berlin 1861.

erklären sein könnte. Dies um so mehr, als sich Goethe auf andere Beispiele kaum gestützt hat.

So handelt es sich in der von Goethe vertretenen Kompensation allerdings um eine mehr vorgeahnte als wissenschaftlich begründete Wahrheit und zwar um eine Vorstellung, in der Goethe sich ausdrücklich stützt auf Geoffroy St. Hilaire, welcher das Gesetz der Ausgleichung als »loi de balancement« schon in seiner »Philosophie anatomique«[1]) ausgesprochen hatte.

Goethe sagt in dem kurz vor seinem Tode geschriebenen II. Abschnitt über die Principes de philosophie zoologique von Geoffroy St. Hilaire von letzterem: »von einer zweiten Hauptwahrheit . . . . ist er gleichfalls durchdrungen, daß nämlich die haushälterische Natur sich einen Etat, ein Budget vorgeschrieben, in dessen einzelnen Kapiteln sie sich vollkommenste Willkür vorbehält, in der Hauptsumme jedoch sich völlig treu bleibt, indem, wenn an der einen Seite zu viel ausgegeben worden, sie es an der anderen abzieht und auf die entschiedenste Weise sich ins Gleiche stellt«.

Die erste Hauptwahrheit, welche Goethe meint, ist die, daß man, wie Geoffroy vollkommen richtig eingesehen und entschieden ausgedrückt habe, irgend einen besonderen Knochen, der sich uns zu verbergen scheint, am sichersten innerhalb der Grenzen seiner Nachbarschaft entdecken könne.

Im Anschluß an die erste Hauptwahrheit folgt bei Goethe der auffallende Satz: »Diese beiden sicheren Wegweiser, denen unsere Deutschen seit so manchen Jahren so viel verdanken, sind von Herrn Geoffroy dergestalt anerkannt, daß sie ihm auf seinem wissenschaftlichen Lebensgange jederzeit die besten Dienste leisten; wie sie denn überhaupt den traurigen Behelf der Endursachen völlig beseitigen werden«.

Schon in meiner »Entstehung der Arten« habe ich auf die Bedeutung des Ausgleichs hingewiesen bei der Besprechung der Ursachen, welche die Herstellung des langgestreckten, vielwirbeligen Schlangenrumpfes bedingen, und ich hob hervor, daß das Schwinden der Gliedmaßen dabei physiologisch, nämlich korrelativ von Bedeutung für jene Rückkehr sei, auf Grund der Überlegung, »welche Menge von Stoffen die Ausbildung und Erhaltung der Gliedmaßen dem übrigen Körper entziehen müßte und fortgesetzt entziehen muß und daß diese Stoffe mit der Verkümmerung der Gliedmaßen wieder zur Verwendung des ersteren kamen«[2].

Man muß also zweierlei Arten des Ausgleichs unterscheiden: einen solchen, bei welchem bestehende Teile durch neu entstehende verzehrt werden, und einen solchen, bei welchem neue Teile auf Grund der Verkümmerung und des Schwindens vorher kräftig ausgebildeter Organe entstehen.

Im ersteren Fall kann man von einer Verzehrungs-, im letzteren von einer Neubildungskompensation sprechen.

Wir werden für beide Fälle zahlreiche Beispiele kennen lernen.

---

[1] Paris 1822 S. 244.

[2] Entstehung der Arten 1888 S. 175, 176.

Der zu behandelnde Stoff.

Bei Umbildungen des Skelettes, welche im Lauf der Zeiten sehr große Veränderungen hervorrufen, Veränderungen, die für ganze Klassen, Ordnungen, Familien ebenso wie für Gattungen und Arten mit kennzeichnend sein können, handelt es sich sowohl

1) um Entstehung neuer Knochen wie
2) um Hinzugefügtwerden neuer zu den alten,
3) um Umgestaltung schon vorhandener Teile nach Form und auch nach Zusammensetzung, auf Grund der Thätigkeit,
4) um Verwachsen von Knochen,
5) um Rückbildung,
6) um Umgestaltung durch Ausgleichung (Kompensation).

Die Beweise für die vor sich gegangene Veränderung liefert, wie überall, die vergleichende Anatomie und die Entwicklungsgeschichte.

Es wäre nötig, die ganze Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Skelettes zu behandeln, um diese Beweise zu erschöpfen. Wir werden davon absehen müssen, eine vollständige Darlegung aller bezüglichen Thatsachen zu geben, werden uns auf das Auffallendste und Wichtigste beschränken und werden dennoch eine Fülle von Einzelheiten zu behandeln haben, welche von allen Teilen des Skelettes hergenommen sind.

Die Einteilung des Stoffes können wir nicht nach den oben aufgeführten sechs Gesichtspunkten gestalten, es müßte sonst zu viel Zusammengehöriges oder sonst Verwandtes auseinandergerissen werden.

Auch sind während der Arbeit einzelne Abschnitte, z. B. der über das Interparietale und der über die Rippen, zu verhältnismäßig umfangreicher Darstellung herangewachsen, zu einer Darstellung, welche den betr. Gegenstand umfassender behandelt, als die der Schrift zu Grunde liegende Aufgabe es eigentlich erfordert hat. Auf diese Weise ist auch ein besonderer, scheinbar außerhalb des Rahmens des ganzen gelegener Abschnitt »über die Beziehungen zwischen Menschen- und Affenschädel« entstanden, dessen innerer Zusammenhang mit dem übrigen sich aber aus dem Inhalt von selbst ergiebt.

Freude hat mir diese Arbeit überhaupt gemacht; mit Lust habe ich um so mehr den Gegenstand behandelt, je tiefer ich in denselben eingedrungen bin. Überall, wo ich hingriff, fand ich neue, glänzende Beweise für die mechanische Umgestaltung der Teile auf Grund der Thätigkeit, für die mechanischen Beziehungen aller Teile des Skelettes unter sich, und lange vor Beendigung der Arbeit durfte ich es schon als meine volle Überzeugung aussprechen, daß nur Unkenntnis oder Nichtbeachtung der vorliegenden Thatsachen und der aus ihnen zu ziehenden Folgerungen es der Behauptung von der Nichtvererbbarkeit erworbener Eigenschaften überhaupt möglich gemacht hat, ans Tageslicht zu treten.

Einiges über die Wirbelsäule.

Allgemeines.

Kein Teil des Gerippes ist in seiner Gestaltung in höherem Maße von der eigenen Thätigkeit und von derjenigen benachbarter Teile beeinflußt wie die Wirbelsäule, und es ist sehr bezeichnend für die eingangs berührte Sachlage, daß auch in Beziehung auf dieses Rückgrat, den Stamm des Skelettes und des ganzen Wirbeltierkörpers, noch niemals der Versuch einer vergleichend anatomischen Darstellung als Ganzes auf physiologischer Grundlage gemacht worden ist. Auch ich bin nicht imstande, diese Aufgabe heute zu erfüllen. Ich kann nur an der Hand der mich leitenden Gesichtspunkte auf die Grundzüge der Umgestaltung der Wirbelsäule hinweisen und einzelne besondere Umbildungen genauer hervorheben. Erschöpfende Behandlung würde allein ein kleines Buch füllen. Im übrigen wird das Folgende ergänzt durch zahlreiche in anderen Abschnitten dieser Abhandlung eingestreute Thatsachen, insbesondere durch diejenigen, welche später bei der Behandlung des Beckengürtels hervorgehoben werden, und dann durch den Inhalt des Kapitels über das Skelett als Ganzes. Aus diesen Betrachtungen geht insbesondere hervor, wie die Abteilung der ursprünglich — noch bei den Fischen — gleichartigen Wirbelsäule in Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuz- und Schwanzwirbelsäule durch die Thätigkeit derselben und durch die der umgebenden Teile bedingt ist.

Eine bewegliche Halswirbelsäule können die Fische, welche, den Kopf voran, das Wasser durchschneiden müssen, nicht gebrauchen. Dieselbe ist in höchst bemerkenswerter Weise wieder zurückgebildet, verkürzt, im Schwinden begriffen, wie bei Cetaceen und Seekühen. Einzelne Wirbel sind hier verwachsen.

Die Halswirbelsäule nimmt mit dem Land- und Luftleben an Länge zu — schon unter den ausgestorbenen Reptilien zeigt sie große Länge bei Plesiosaurus, welcher offenbar seine Nahrung durch Gründeln gesucht hat wie unsere Schwimmvögel, z. B. die Schwäne; sodann ist sie teilweise lang gewesen bei den fliegenden Pterosauriern, und heute hat sie die größte Länge bei den Vögeln, welche, wie jene, die Kiefer als Hand zum Aufnehmen der Nahrung und den Hals als Arm dabei gebrauchen. Die Verlängerung aber beruht hier wie bei manchen Säugern (z. B. der Giraffe) zwar mit auf Verlängerung der Wirbel, vorzüglich aber auf Vermehrung derselben.

Unter den Säugern wird der Hals (abgesehen von den schon genannten Seesäugern) wieder kürzer — und zwar wie bei letzteren durch Verkürzung der Wirbel — bei denjenigen, welche die Hände zum Aufgreifen der Nahrung benützen: bei den Affen und beim Menschen — zumal mit dem aufrechten Gang und mit der zunehmenden, auf der Wirbelsäule lastenden Schwere des Kopfes, wird die Halswirbelsäule weniger beweglich, und es scheint, daß eben ihre vermehrte Unthätigkeit den vermehrten, durch die Schwere erzeugten Reiz überwiegt und daß so Verkürzung bedingt wird.

Nebenbei sei schon hier bemerkt, was später weiter ausgeführt werden soll, daß ursprünglich offenbar alle Wirbel bei den meisten Wirbeltieren, von den Fischen an bis hinauf zu den später ausgebildeten höchsten Formen, Rippen getragen haben, wahrscheinlich gewöhnlich nur mit Ausnahme der hintersten Schwanzwirbel, denn auch am Schwanze kommen noch Rippen vor.

So beruht also die Entstehung der einzelnen Abschnitte der Wirbelsäule, abgesehen von der Brustwirbelsäule, auf dem Verlust ursprünglich vorhandener Rippen auf Grund von Funktionswechsel.

So besaß insbesondere auch der Hals in allen Klassen der Wirbeltiere Rippen, und der Kampf zwischen Hals- und Brustgebiet spielt sich heute noch fort nicht nur bei niederen Wirbeltieren, insbesondere bei Reptilien, sondern auch bei den Vögeln und unter den Säugern bei den Faultieren.

In ähnlicher Weise kämpft das L e n d e n g e b i e t mit dem Brustgebiet bis hinauf zum Menschen und ist erst allmählich, zugleich unter Bildung eines Kreuzbeins, entstanden. Dies zeigen am besten die Reptilien mit derselben unbestimmten Abgrenzung zwischen Lende und Brust, wie sie zwischen dieser und dem Hals besteht. Aber auch bei den höchsten Säugern, wo die Wirbelsäule erheblich verkürzt ist, bei Menschenaffen und beim Menschen, hat das Lendengebiet die Neigung, sich auf Kosten des Brustgebiets zu vergrößern, indem die Zahl der Rippen offenbar im Abnehmen begriffen ist.

Auf welchen Ursachen das Bestehen oder auch die Vermehrung der Rippen, also die Verlängerung des B r u s t g e b i e t s beruht, dies soll später behandelt werden.

Andererseits scheint nun alles dafür zu sprechen, daß es K o m p e n s a t i o n ist, auf welcher der Schwund der Rippen im Lendengebiet beruht: die Ausbildung stärkerer Hintergliedmaßen und damit des Kreuzbeins verbrauchten den Stoff, welcher ursprünglich auf die hinteren Rippen verwendet war, und derselben Ursache verdankt wohl das S c h w a n z g e b i e t mit seine Rippenlosigkeit — allerdings wohl in manchen Fällen zugleich dem Nichtgebrauch von Rippen zur Ortsveränderung nach dem Auftreten von Gliedmaßen.

Die Entstehung eines K r e u z b e i n s steht in Beziehung zur stärkeren Ausbildung der Hintergliedmaßen, es ist die einfache Wirkung dieser stärkeren Ausbildung, auf Grund des G e b r a u c h s. Demgemäß tritt ein

Kreuzbein erst auf mit der Ausbildung auch zum Stehen auf dem Boden dienender Hintergliedmaßen, in schwächster Form (einwirbelig) bei den noch im Wasser und teilweise auf dem festen Lande lebenden Lurchen. Es wird fester, zugleich mit der starken Ausbildung der Hintergliedmaßen, bei den schwanzlosen Lurchen, bei den Echsen und Krokodilen, schwindet wieder oder tritt zurück mit dem Schwinden der hinteren Gliedmaßen bei Schleichenechsen, Schleichenlurchen, und Schlangen. Es gewinnt seine größte Ausdehnung, seine festeste Ausbildung und seine festeste Verbindung mit dem Becken bei den durch feste Stellung auf den Hintergliedmaßen hervorragend ausgezeichneten Vögeln und unter den Primaten bei den Menschenaffen und vor allem beim Menschen.

Alle Thatsachen sprechen dafür, daß die ursprünglichsten Wirbeltiere eine lange Wirbelsäule mit zahlreichen Wirbeln gehabt haben, wie sie heute noch bei Fischen und bei den im Wasser lebenden Lurchen vorhanden ist. Diesen Tieren dient die Wirbelsäule zu einem großen Teile zur Ortsveränderung. Die Wirbelsäule war und ist überall da lang, wo die Ortsveränderung nicht wesentlich den Gliedmaßen übertragen ist, wo diese schwach sind oder ganz fehlen. So ist sie noch länger geworden als bei ihren saurierartigen Vorfahren, bei den Schlangen, länger auch bei Gymnophionen und bei Schleichenechsen. Am kürzesten und am wirbelärmsten ist sie dagegen da, wo die Gliedmaßen, besonders die hinteren, am stärksten ausgebildet sind: ein Frosch oder gar eine Surinam'sche Wabenkröte sind fast nur noch Kopf und Gliedmaßen — das Rückgrat ist bis auf einen Rest verkürzt gegenüber jenem der Vorfahren dieser Thiere, der Schwanzlurche. Weiteres gerade über diesen Gegenstand wird in dem Abschnitte, welcher vom Skelett als Ganzem handelt, besprochen werden.

Wirbelfortsätze, besonders Dornfortsätze. Die Gestaltung der Wirbelkörper und die Ausbildung ihrer Fortsätze bei den verschiedensten Wirbeltieren und in den einzelnen Gebieten der Wirbelsäule durch Beziehung zu benachbarten Teilen, den Rippen, dem Becken, dem Schädel und unter sich selbst, besonders aber zu Muskelansätzen und zur Befestigung von Sehnen (Nackenband) würde bei genauerer Behandlung eine Fülle von Thatsachen im Sinne meiner Auffassung, zur Stütze der Bedeutung des Gebrauchs auf die Formbildung und der Lehre von der Vererbung erworbener Eigenschaften bieten.

Ich will nur auf einzelnes Weniges aufmerksam machen.

Hervorragende Ausbildung erfahren vor allem Dornfortsätze durch Muskel- oder Bänderansatz an verschiedenen Teilen der Wirbelsäule. Ich brauche nur zu erinnern an den Widerrist der Huftiere, welcher zuweilen, wie bei Zweihufern, eine ungeheure Ausbildung erreicht, infolge des Ansatzes des Nackenbandes, ferner die Verlängerung und Verstärkung der ersten und letzten Hals- und der ersten Brustwirbel bei vielen Säugern zu demselben Zweck.

Sehr schwach oder gar nicht sind die Dornfortsätze der Halswirbel ausgebildet bei den meisten Vögeln. Aber die der ersten Halswirbel

sind stark bei allen Vögeln, welche den Hals in hervorragendem Maße zu der Aufnahme der Nahrung gebrauchen, wie die tauchenden Vögel (vor allem die Fetttaucher, Eistaucher, Pelekane, viele Schwimmvögel überhaupt), oder zum Zerreißen derselben, wie die Raubvögel, unter den Singvögeln die krähenartigen, dann bei den Spechten, bei welchen die Bethätigung des Halses zum Zweck ihrer Arbeit an Rinde und Holz eine ungemein kräftige ist.

An dem mir vorliegenden Gerippe eines *Carbo graculus* ist es wahrscheinlich das Nackenband, mit dessen Ansatz jene Ausbildung der Dornfortsätze an den ersten Halswirbeln in Zusammenhang steht, welcher in seinem Anfangsteil am Kopfe zu einem starken, nach hinten spitz zulaufenden Knochen geworden ist, eine nach Meckel der Gattung *Carbo* überhaupt zukommende, sonst aber nicht vorkommende Eigentümlichkeit[1].

Unter den Säugern zeigen die Dornfortsätze der Halswirbel bei den Menschenaffen und dem Menschen sehr bemerkenswerte bezügliche Verhältnisse. Beim Gorilla ist an der Halswirbelsäule ein förmlicher Widerrist gebildet, durch bedeutende Verlängerung und Verstärkung aller Dornfortsätze (den Atlas ausgenommen), verlängert ist besonders der vierte und der fünfte Wirbel. Ähnliche Verhältnisse bestehen, wenn auch nicht in so hervorragendem Maße, auch beim Orang. Hier sind die Dornfortsätze des fünften und sechsten Halswirbels die längsten. Beim Schimpanse (♀) nehmen dieselben nach hinten an Länge zu, sind aber weit weniger lang und stark als bei den zwei anderen großen Menschenaffen. Am meisten nähert sich darin der Schimpanse den Verhältnissen beim Menschen, bei welchem aber der dritte, vierte und fünfte Dornfortsatz die schwächsten und kürzesten sind, der zweite, sechste und siebente die längsten. Auffallend klein sind die Dornfortsätze der Halswirbel bei *Hylobates.* Hier ist der Kopf nicht von erheblichem Gewicht, aber es sind bei diesem Tiere alle Dornfortsätze auch der übrigen Wirbel kurz, und erinnert dieses Verhalten an die Faultiere, wo die Dornfortsätze noch weniger ausgebildet sind. Es muß dies in beiden Fällen mit der Haltung des Körpers zusammenhängen, wohl damit, daß beiderlei Tiere mehr durch Aufhängen an den Armen als durch Anstrengung der Wirbelsäule sich aufrecht halten und daß sie sich überhaupt mit Hilfe der Arme bewegen, während die Wirbelsäule sich mehr passiv verhält.

Wie sehr die Ausbildung der Dornfortsätze der Halswirbel bei den Menschenaffen im Gegensatz zum Menschen mit der Schwere des Schädels und mit der Haltung des Kopfes zusammenhängt, brauche ich nicht weiter hervorzuheben: die drei großen Menschenaffen gehen so, daß der Kopf an der Halswirbelsäule mehr oder weniger aufgehängt getragen wird, sodaß das Nackenband hochgradig zur Wirkung kommt, während beim Menschen die Halswirbelsäule den Kopf trägt.

Sehr hervorragend ist die starke Ausbildung des Dornfortsatzes des zweiten Halswirbels bei zahlreichen Säugern, indem derselbe zu einer

---

[1] Meckel, Vergleichende Anatomie II, 2 S. 162.

kräftigen Platte verbreitert ist, meist mit rechter und linker Seitenfläche und oberer scharfer Kante. Diese Ausbildung ist eine Folge des Ansatzes der Muskeln, welche vorzugsweise den Kopf auf der Wirbelsäule festhalten und darauf drehen helfen: Rectus capitis posticus major, Obliquus capitis inferior, Splenius capitis.

Die Platte ist am meisten ausgebildet bei der Mehrzahl der Huftiere, dann bei Raubtieren, auch bei Nagern u. a.

Sehr auffallend ist, daß bei *Didelphys cancrivora* (s. Abb. 1) die Dornfortsätze des zweiten, dritten, vierten und fünften Halswirbels in gleicher Weise zu Platten umgestaltet sind wie sonst nur der zweite und daß sie, dicht hintereinander gelagert, zusammen eine große Platte bilden, während bei anderen Arten derselben Gattung, z. B. bei *D. virginiana* (s. Abb. 1), nur der Dornfortsatz des zweiten Wirbels zur Platte gestaltet ist. Dafür sind hier die Dornfortsätze der ersten Brustwirbel, vorab der des ersten, die folgenden abnehmend, verlängert und bilden einen Widerrist, der *D. cancrivora* fehlt.

Hervorzuheben ist noch, daß jene zusammengesetzte Dornfortsatzplatte von *D. cancrivora* sehr dick ist und auf der nicht scharfen, sondern breiten Kante eine Längsfurche trägt, während die einfache Platte von *D. virginiana* wie gewöhnlich dünn und oben scharf ist. Bei ersterer Art sind auch die Dornfortsätze der Brustwirbel vom sechsten an und die der Lendenwirbel plattenartig gestaltet, bilden so lange Platten, daß sie fast vorn und hinten zusammenstoßen. Bei letzterer Art zeigen diese Eigenschaft nur die hinteren Lendenwirbel, aber auch der letzte, welcher bei *D. cancrivora* fast gar keinen Dornfortsatz hat. Die zwei Kreuzwirbel tragen bei beiden Arten plattenartige Dornfortsätze, aber bei *D. cancrivora* ist der des zweiten kleiner als bei *D. virginiana*. Die letzten Lendenwirbel haben bei *D. cancrivora* auch starke, schief nach vorn gerichtete Querfortsätze, bei *D. virginiana* nicht.

Worauf diese merkwürdigen Artunterschiede, insbesondere der an den Halswirbeln, beruht, dies könnte wohl nur durch Beobachtung der Lebensverhältnisse der Tiere ergründet werden.

Meckel[1]) sagt: »Die eigentlichen Didelphen, vorzüglich *Didelphys virginiana* und *marsupialis* (*cancrivora*), zeichnen sich besonders durch starke Entwicklung der Dornen vorzüglich des zweiten bis fünften Wirbels aus.« Giebel nennt nur *virginiana* und bildet die Dornfortsatzplatten von letzterer ab[2]).

Ein in Spiritus aufbewahrter *D. cancrivora* lehrt uns, daß die Dornfortsatzplatten dem Ansatz des Nackenbandes und besonders des *M. splenius capitis* den Ursprung verdanken. Die beiden *Splenii* erzeugen die zwei Gräten der Dornfortsatzplatten. Übrigens zeigen unsere Gerippe der beiden genannten Arten von Beutelratten noch andere sehr merkwürdige Unterschiede: das von *virginiana* ist viel feiner gebaut als das

---

1) Meckel, a. a. O. II, 2 S. 283.

2) Giebel. Bronn's Klassen u. Ordn. d. Tierreichs VI. Bd. 5. Abt. 1898. Taf. 59.

von *cancrivora*. Vor allem sind die Gliedmaßenknochen des ersteren zarter, das Schulterblatt ist kleiner, besonders schmäler. Die Beutelknochen sind bei *cancrivora* stärker. Bei *virginiana* ist die Gräte in

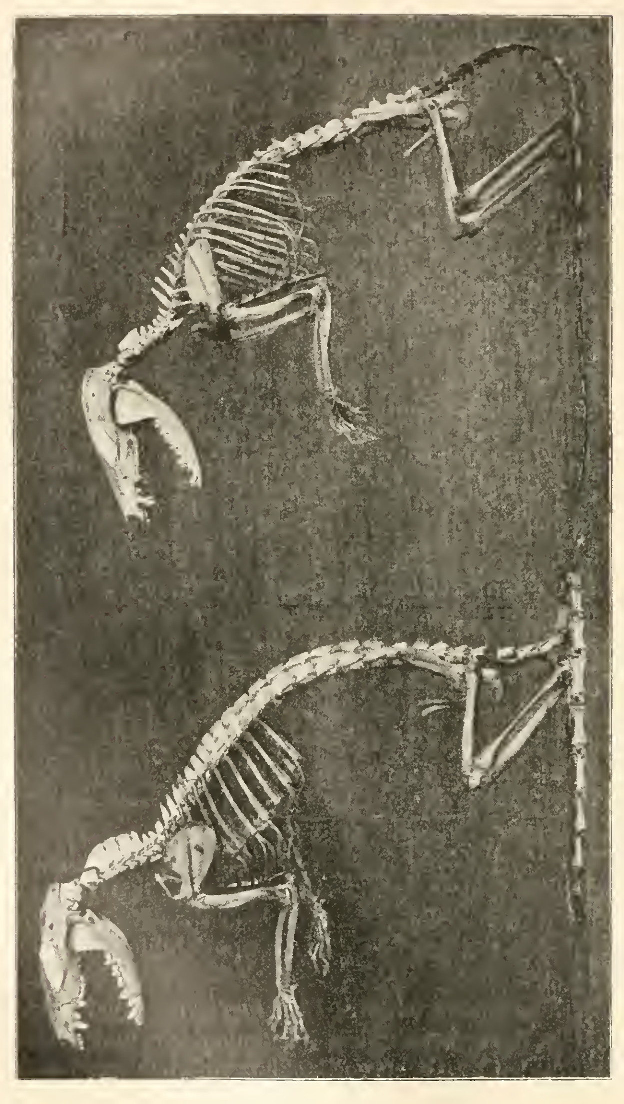


Abb. 1. Skelett von *Didelphys cancrivora* und *D. virginiana.*

der Längsmittellinie des Schädels im Gebiete des Hinterhauptsbeins viel kräftiger ausgebildet als bei *cancrivora*, ähnlich wie bei den Menschenaffen u. a.

Bei beiden Arten haben die Querfortsätze des sechsten Halswirbels je einen, auch anderen Beuteltieren eigentümlichen, nach unten gerichteten

plattenartigen Fortsatz: Beilfortsatz (GIEBEL)[1], offenbar Folge von Muskelansatz, wie z. B. auch die hämapophysenähnlichen Gräten an der Unterseite von Lendenwirbeln der Hasen.

Hier mag noch angefügt werden, daß die Dornfortsätze der Brustwirbel, besonders die der hinteren bei den Vögeln, in auffallendster Weise bei den großen Laufvögeln (Straußen) nach hinten zunehmend in ebensolche breite Platten umgestaltet sind wie der zweite Halswirbeldornfortsatz der Säuger. Bei vielen Vögeln sind die hinteren dieser Platten zu einem festen Knochen untereinander verwachsen.

Es ist klar, daß diese Bildung die Folge des kräftigen Ansatzes, der kräftigen Ausbildung der Rückgratmuskeln ist, welche wiederum mit der festen Stellung der Vögel auf den Hintergliedmaßen bezw. mit der dadurch bedingten festen Gestaltung des Beckenkreuzbeins in Zusammenhang stehen.

Eine sehr merkwürdige Übereinstimmung, welche offenbar auf gleichartiger Thätigkeit beruht, zeigen die Dornfortsätze der Wale mit denjenigen mancher Fische darin, daß jeder Dornfortsatz von zwei schaufelähnlich nach aufwärts stehenden Fortsätzen je des nächst hinteren Wirbels zwischen sich genommen wird.

Auffallend ist dagegen die ungeheure Ausbildung der Querfortsätze, besonders an den Lendenwirbeln bei den Cetaceen, während die Fische meist keine Querfortsätze besitzen.

Auch der lange, aus schaufelförmigen Dornfortsätzen wie bei Wiederkäuern gebildete Widerrist der Cetaceen, welcher sich über die ganze Länge des Rückens bis zu den Schwanzwirbeln hinzieht, und welcher nur beim Kamel etwas ähnliches zeigt, mag hier erwähnt werden.

Bei unserem Hasen sind die Querfortsätze der Lendenwirbel, mit Ausnahme jener des letzten, von vorn nach hinten zunehmend, verlängert, platt und an den Enden erweitert (Processus triangularis) und nach vorn und hinten in einen spitzen Fortsatz ausgezogen: das Letztere offenbar infolge des Ansatzes von Teilen des M. quadratus lumborum, die Verlängerung und Verbreiterung infolge des Ansatzes von Rückenmuskeln, der Mm. sacrospinalis, longissimus dorsi, der Mm. intertransversarii und des M. multifidus spinae. — Außerordentlich stark ausgebildet sind bei *Lepus* die Processus mammillares der Lendenwirbel und der letzten Brustwirbel: teilweise so hoch wie die der Fortsätze ragen sie neben denselben senkrecht in die Höhe, zum Ansatz des hier sehr kräftigen M. sacrospinalis, dann des M. longissimus dorsi und spinalis. — Die unteren Flächen der drei ersten Lendenwirbel setzen sich bei den Hasen je in einen langen, spitzen, nach unten und vorn gerichteten, seitlich platten Fortsatz fort: Processus spinosi inferiores, wie wir sie nennen, welche somit hämapophysenähnlich liegen und von W. KRAUSE[2] geradezu Hämapophysen genannt werden. Sie haben aber mit Hämapo-

1) GIEBEL in Bronn's Klassen u. Ordn. d. Säugetiere S. 291.

2) W. KRAUSE, Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1884 S. 108.

physen nichts zu thun, sind vielmehr offenbar infolge des Ansatzes des M. psoas — ähnlich wie der Brustbeinkamm der Vögel, Maulwürfe und Fledermäuse infolge des Ansatzes der Brustmuskeln — entstandene Gräten. An den hinteren Lendenwirbeln findet sich statt der Fortsätze ein fortlaufender Grat.

Alle diese auffallenden Fortsätze der Lenden- bezw. der letzten Brustwirbel der Hasen hängen offenbar mit der starken Aufwärtsbiegung und darauffolgenden Streckung der Lendengegend zusammen, wie sie beim Laufen und Springen dieser Tiere stattfindet und sonst nirgends bei Säugern zu beobachten ist. Der Hase zieht dabei das Hinterteil stark nach vorn.

Der Musculus sacrospinalis, welcher hier wirksam ist, wird von Krause als der kräftigste aller Muskeln des Kaninchens bezeichnet.

Eine ähnlich starke Inanspruchnahme der Lendenwirbelsäule bei der Ortsveränderung ist bei den Kängurus gegeben. Und hier sind dieselben stark ausgebildeten Processus mammillares vorhanden wie bei den Hasen und ähnlich lange, aber abwärts gebogene Querfortsätze, deren unteres Ende hakenähnlich nach vorwärts gerichtet ist, entsprechend dem vorderen Fortsatz des Processus triangularis der Hasen. Oder es ist (*Halmaturus robustus* unserer Sammlung) der ganze Processus triangularis mit einem vorderen und einem hinteren Fortsatz wie dort vorhanden.

Sehr auffallend ist das Bestehenbleiben der Hämapophysen nicht nur bei niedersten Säugern, wie bei Beutlern, sondern auch bei höheren, wie den Cetaceen, im hinteren Teil der Wirbelsäule, sofern es sich bei letzteren nicht um Neuentstehung von vorher verloren gegangenen Hämapophysen handelt. Es scheinen innere, im Organismus gelegene, vielleicht kompensatorische Ursachen zu sein, welche diesen besonderen Verhältnissen zu Grunde liegen. Für letzteres scheint zu sprechen, daß die unteren Bogen gerade bei den nächsten Verwandten der Reptilien, bei welchen dieselben noch hervorragend ausgebildet sind, nämlich bei den Vögeln, geschwunden oder doch stark rückgebildet sind, wobei wahrscheinlich doch ein Zusammenhang mit der starken Ausbildung der Hintergliedmaßen und des Beckens vorliegt.

Verlängerung von Wirbeln durch Thätigkeit.

Über diesen Gegenstand möchte ich hier vorläufig nur einige Bemerkungen anfügen. Ich komme auf denselben ausführlich zurück, wenn ich von Verlängerung bezw. Verkürzung der einzelnen Teile der Wirbelsäule, des Halses, des Stammes und des Schwanzes rede.

Die große Länge des Halses vieler Vögel (Schwimmvögel, Stelzvögel, Strauße) wird nicht allein durch Vermehrung, sondern auch durch bedeutende Verlängerung der Halswirbel verursacht. Die Verlängerung des Halses der Giraffe beruht einzig auf der großen Länge der Halswirbel. Ebenso sind die Schwanzwirbel der Fledermäuse von

ungewöhnlicher Länge. Im letzteren Falle wird die Ursache der Verlängerung in der Dehnung der sich an den Schwanz ansetzenden Flughaut zu suchen sein. Diese Dehnung, welche während des Fliegens erfolgt und welche ein allmähliches Wachsen der Flughaut verursacht haben wird, mußte, indem sie auf die noch weicheren Wirbel der jungen Tiere wirkte, jene Verlängerung hervorrufen. Dieselbe ist, entsprechend dieser bedeutenden mechanischen Wirkung, so groß wie keine andere Verlängerung von Wirbeln. Sie beträgt am fünftletzten Schwanzwirbel von *Vesperugo noctula* ungefähr das Fünffache der Breite, am viertletzten, welcher noch dünner ist, eher mehr. Diese und die ihnen folgenden sowie die ihnen vorangehenden Schwanzwirbel sind gegenüber den ersten so lang und dünn, daß man auf den ersten Blick wird schließen müssen, sie haben ihre ursprüngliche gedrungene Form durch Dehnung in eine lange, dünne verwandelt — sie sind in letztere gewissermaßen ausgezogen worden. Der erste Schwanzwirbel hat jene gedrungene Form, entsprechend derjenigen gewöhnlicher Wirbel, noch am meisten erhalten. Auch der zweite, obwohl schon bedeutend verlängert und dünner als der erste, ist doch kürzer und dicker als die übrigen. — Auch bei manchen anderen Säugern sind die hinteren Schwanzwirbel sehr lang, wenn auch nicht so lang wie bei Fledermäusen: so bei Wiederkäuern, Raubtieren, manchen Affen. Die Ursache dürfte hier auf Dehnung infolge starken Gebrauchs zurückzuführen sein (vergl. später).

Lamarck erklärte bekanntlich die Entstehung des langen Halses der Giraffe durch die Gewohnheit dieses Tieres, seinen Hals lang auszustrecken, indem es in Afrika in Gegenden lebt, wo der beinahe immer trockene und kräuterlose Boden es zwingt, das Laub der Bäume abzufressen und sich beständig anzustrengen, dasselbe zu erreichen. Aus dieser seit langer Zeit angenommenen Gewohnheit, fährt Lamarck wörtlich fort, hat sich ergeben, daß bei den Individuen ihrer Rasse die Vorderbeine länger als die Hinterbeine geworden sind und daß ihr Hals sich dermaßen verlängert hat, daß die Giraffe, ohne sich auf ihre Hinterbeine zu stellen, wenn sie ihren Kopf aufrichtet, eine Höhe von sechs Metern erreicht[1]). Diese Erklärung hat Lamarck und seiner Lehre unter anderem ganz besonders den Spott sowohl der Gegner der Entwicklungslehre überhaupt wie auch den Spott der unbedingten Anbeter des Nützlichkeitsgrundsatzes eingetragen.

Zunächst ist zu bemerken, daß die von Lamarck behauptete Verlängerung der Vorderbeine gegenüber den hinteren bei der Giraffe nicht vorhanden ist. Die Vorderbeine derselben sind sogar eher kürzer als die hinteren, aber allerdings erscheinen sie verhältnismäßig länger als bei anderen Säugern, weil hier die hinteren länger sind als die vorderen, was bei der Giraffe eben nicht in erheblichem Maße der Fall ist. Dagegen liegt das Oberarm-Schulterblattgelenk bei der Giraffe in gleicher Höhe mit dem Oberschenkel-Beckengelenk, während es bei verwandten

1) Lamarck, Zoologische Philosophie, übersetzt von A. Lang. Jena, Dabis 1876 S. 133.

Huftieren viel tiefer liegt. Darauf nun und zugleich auf der nach hinten abnehmenden, vorn sehr großen Höhe der Dornfortsätze der Brustwirbel beruht die Abschüssigkeit des Rückens der Giraffe. Die Verlängerung ihres Halses aber ist, wie schon bemerkt, nicht etwa auf eine Vermehrung der Halswirbel, sondern auf eine Verlängerung derselben zurückzuführen, wie das auch beim Kamel der Fall ist. Hier wie dort sind die Halswirbel aber nicht auf Kosten der Dicke verlängert, wie die Schwanzwirbel der Fledermäuse. Sie haben vielmehr gewöhnlichen Querdurchmesser. Somit handelt es sich um eine Massenvermehrung an denselben.

Mag man nun die Erklärung Lamarck's belächeln: es spricht alles dafür, daß in der That bei der Verlängerung des Halses der Giraffe bezw. bei der Verlängerung der Halswirbel derselben das Strecken des Halses als eine Ursache mit in Betracht kommt. Dies geht eben schon daraus hervor, daß die langen Hälse von Vögeln gleichermaßen durch Verlängerung von Halswirbeln entstanden sind, sofern hier nicht außerdem eine Vermehrung derselben maßgebend ist. Weitere Beweise für diese Auffassung folgen später. Das Gegenstück zu dieser Verlängerung der Halswirbel bei langhalsigen Säugern und Vögeln bieten, wie schon erwähnt, die Cetaceen dar, deren Hals so sehr verkürzt ist, daß beinahe die Verhältnisse wieder erreicht sind, welche bei den Fischen bestehen. Die Ursache dieser Verkürzung, welche auf einer Verkürzung der Wirbel beruht, die bei den vordersten beinahe schon zum Schwund geführt hat, liegt offenbar in einem Verhalten des Halses beim Durchschneiden des Wassers von Seiten des Tieres, welches dem Strecken bei Vögeln und Giraffe gerade entgegengesetzt ist. Der Hals wird bei diesem Durchschneiden des Wassers nicht gebraucht, er wird nicht bewegt, wird starr, und seine Teile werden zusammengedrängt gehalten werden müssen, wenn mit möglichst wenig Kraftaufwand eine möglichst große Wirkung erzielt werden soll. Es handelt sich in der Verkürzung der Halswirbel der Wale offenbar wesentlich um eine Wirkung des Nichtgebrauchs; bei langhalsigen Wirbeltieren ist dagegen eine hervorragende Thätigkeit, ein starker Gebrauch des Halses gegeben: der Hals der Vögel ist ihr Arm geworden, besonders der der langhalsigen Vögel, und dasselbe wird man von der Giraffe sagen können. Soll nun nicht durch solch hervorragenden Gebrauch auch in den Halswirbeln, wie unter gleichen Verhältnissen in anderen Teilen des Skelettes ein vermehrtes Wachsen stattfinden, und sollen nicht in der That auch durch fortgesetztes Strecken des Halses im jugendlichen Zustand die noch nicht völlig verhärteten Wirbel eine Verlängerung erfahren können? — Es würde sich also handeln 1) um ein selbständiges Wachsen, 2) um eine mechanische Streckung, welche beide dadurch begünstigt werden müssen, daß bei der Streckung des Gesamthalses die Zwischenräume zwischen den Wirbeln größer werden.

Übrigens kommt bei der Frage auch die Erörterung der Vermehrung der Wirbel an den langen Hälsen von Vögeln und die Vermehrung

der Wirbel überhaupt bei kriechenden Reptilien und anderes in Betracht, und ich bin durch Überlegen dieser Thatsachen schon in der »Entstehung der Arten« zu dem Schluß gekommen, daß eine bestimmte Gesetzmäßigkeit des Wachstums bei der Verlängerung auch des Halses mit maßgebend sei, im Zusammenhang mit der Ausgleichung, der Kompensation, indem durch Rückbildung benachbarter Teile Baustoff im Skelett freigeworden ist, welcher nun zur Vermehrung der Wirbel verwendet wird (s. auch später).

Vermehrung von Wirbeln.

Sehr merkwürdig ist die schon berührte Vermehrung der Halswirbel bei Vögeln. Sie geschah nicht auf Kosten von Brustwirbeln, durch Schwinden von Rippen, wie bei Faultieren, sondern durch wirkliche Zunahme der Halswirbelzahl. Die Ausgangsformen für die Vögel, die Reptilien, haben höchstens 8 Halswirbel — nur bei wenigen ausgestorbenen, welche Seitenzweige des Reptilienstammes bilden, sind sie gleichfalls vermehrt. So werden für *Plesiosaurus* deren 29—44 angegeben, für den ihm verwandten *Cimoliasaurus* gar 72 — die höchste überhaupt vorkommende Zahl, — für *Simosaurus* 17 (?), für den den Vögeln nahestehenden *Compsognathus* 10—11 (?) und für die Dinosaurier überhaupt in der Regel 10, für *Archaeopteryx* 10—11. Die lebenden Vögel haben meist 13. Die mit besonders langem Halse aber haben, wie schon erwähnt, entweder verlängerte Halswirbel oder eine noch größere Zahl von solchen oder beides. Die größte Zahl hat der Schwan mit 23 oder 24. Die übrigen Blätterschnäbler und die Störche haben bis 17, die Laufvögel bis 28, *Podiceps* 19, der Kormoran 18, die Singvögel 10 (9) bis 14. Diese Zahlen für die Vögel habe ich, wie die Frage nach den Ursachen der Vermehrung der Halswirbel der Vögel und der Wirbel der Schlangen schon in der »Entstehung der Arten I.« (S. 173 ff.) berührt. Weitere Zahlen folgen später. Um eine bedeutende Vermehrung der Stammwirbel, d. h. der nicht zu Hals, Kreuzbein und Schwanz gehörigen Wirbel handelt es sich nämlich bei den Schlangen, bei den schlangenähnlichen Sauriern und bei den Schleichenlurchen.

Bei den Schlangen sind sie alle rippentragend, bei den schlangenähnlichen Sauriern und Schleichenlurchen teils rippentragend, teils nicht, also teils Brust-, teils Lendenwirbel. Bei der Blindschleiche sind 49 Stammwirbel vorhanden, bei *Python* sogar 265 rippentragende Wirbel, bei den Schleichenlurchen 230 Wirbel überhaupt, welche fast sämtlich Rippen haben. Die meisten gliedmaßentragenden Reptilien haben 16—21 Stammwirbel, *Scincus gigas* aber 31, die gewöhnlichen geschwänzten Lurche (*Triton*, *Salamandra*, *Siredon*) haben etwa 16, *Siren lacertina* dagegen hat 64, *Amphiuma* 62.

Es zeigt sich also, wie ich vorläufig mit Bezug auf das hier maßgebende Gesetz der Ausgleichung hervorheben will, daß

überall da, wo die Gliedmaßen sehr schwach sind, eine geringe Rolle spielen oder gar fehlen, eine Zunahme der Stammwirbel stattgefunden hat, zuweilen eine außerordentlich große. Zugleich sind dabei, wie häufig bei den Schlangen, die Rippen sehr vermehrt worden, d. h. es sind zahlreiche neue Rippen entstanden. Und zwar handelt es sich in den hier berührten Fällen im wesentlichen wiederum um eine Vermehrung des Stammwirbels an sich.

Verschiedene Zahl der Schwanzwirbel und verschiedene Länge der Schwänze.

Säuger. Wir sprachen schon vom Schwanz der Fledermäuse mit stark verlängerten Wirbeln, die Ursache dieser Verlängerung wurde in Dehnung durch die Schwanzflughaut gesucht. Es handelt sich dabei um die Gattungen *Vespertilio*, *Vesperugo*, *Rhinolophus*, bei welchen eine bis an die Schwanzspitze sich erstreckende bezw. dieselbe einschließende Schwanzflughaut vorhanden ist. Diese Fledermäuse haben zugleich eine ansehnliche Zahl von Schwanzwirbeln: *Vespertilio* bis 13.

Die versuchte Erklärung scheint bestätigt zu werden durch die Thatsachen, welche uns über die Schwanzwirbelsäule anderer Fledermäuse zu Gebote stehen. Auch bei *Rhinolophus* haben wir wie bei *Vespertilio* und *Vesperugo* eine den Schwanz ganz begrenzende bezw. einschließende Flughaut mit zahlreichen (10—12 nach Giebel) gestreckten Wirbeln. Dagegen reicht bei *Phyllostoma hastatum* der Schwanz nur etwa bis in die Mitte der Schwanzflughaut. Derselbe hat hier nur wenige, ebenfalls gestreckte Wirbel. Andere Phyllostomen aber haben keinen Schwanz und keinen einzigen Schwanzwirbel, und diese haben auch keine Schwanzflughaut (z. B. *Ph. bilabiatum*). Ebenso giebt es Arten von *Pteropus* mit kurzem, das Ende der Schwanzflughaut nicht erreichendem Schwanz und andere ohne einen Schwanz (z. B. *Pteropus edulis*). Die letzteren haben ebenfalls keine Schwanzflughaut.

Es hängt also die Ausgestaltung des Schwanzes in den meisten Fällen deutlich mit dem Vorhandensein der Schwanzflughaut zusammen. Bei dem in den egyptischen Gräbern so häufigen *Rhinopoma microphyllum* gilt dies aber nicht, hier bedürfen die Verhältnisse des Schwanzes einer anderen Erklärung. Derselbe ist sehr lang und frei, nicht in die Flughaut eingeschlossen. Seine Bedeutung ist mir nicht bekannt.

Aber auch an diesem Schwanze sind verlängerte Wirbel vorhanden, was mit unserer Annahme von den Ursachen der Verlängerung nur dann in Einklang zu bringen ist, wenn man annimmt, daß ursprünglich eine Schwanzflughaut vorhanden war, welche verloren gegangen ist, oder wenn für die bedeutende Verlängerung eine andere Ursache erkannt werden wird. Das Vorhandensein einer solchen könnte daraus geschlossen werden, daß der Schwanz von *Rhinopoma microphyllum* sogar länger ist als bei

irgendeiner anderen Fledermaus, wenigstens unter den mir bekannten Arten.

Noch muß ich ausdrücklich hervorheben, daß die Wirbel des Fledermausschwanzes viel mehr verlängert sind als bei anderen Säugetieren, wo Verlängerung vorkommt, und daß sie außerdem, wie ebenfalls schon bemerkt, zugleich gegenüber jenen sehr verdünnt, also noch stärker in die Länge ausgezogen erscheinen.

Es möchte mit aller Wahrscheinlichkeit geschlossen werden dürfen, daß der lange Schwanz und die langen Schwanzwirbel des *Rhinopoma microphyllum*, wenn nicht auf früheres Vorhandensein einer Schwanzflughaut, so auf irgendwelchen früheren Gebrauch des Schwanzes zurückgeführt werden müssen, weil dies, wie wir sehen werden, bei anderen Säugetieren augenscheinlich mit Recht ebenso geschieht.

Endlich sei als besonderer Fall erwähnt, daß bei *Pteropus crypturus* ein kurzes Schwänzchen vorhanden ist, welches unterhalb der Flughaut liegt.

Erst eine vollkommene Übersicht aller Fledermausarten und deren genaue Untersuchung in Bezug auf die Verhältnisse des Schwanzes und der Wirbel könnte ein endgültiges Urteil über die Fragen gestatten, welche ich hier berührt habe.

Und so muß gleich gesagt werden, daß auch über die Verhältnisse des Schwanzes der übrigen Säugetiere, zu dessen Betrachtung wir nun übergehen wollen, nicht in allen Fällen vollkommene Erklärungen zu finden waren. Indessen gelangte ich zu einer Reihe wichtiger Ergebnisse, welche die Ursachen der Verschiedenheit dieses Körperteils in den Grundzügen fast überall erkennen lassen.

Ebenso wie für die Fledermäuse gilt auch für andere Säuger, daß innerhalb derselben Gattungen sehr verschieden lange Schwänze vorkommen; daß dies zuweilen in hohem Grade sogar von Tieren einer und derselben Art gilt, ist von Katzen und Hunden bekannt (Katze von der Insel Man). Doch handelt es sich hier um besondere Verhältnisse: die angeborene bedeutende Schwanzverkürzung hängt, trotz anderweitiger Ansichten, vielleicht doch mit fortgesetzter künstlicher Verkürzung bei den Vorfahren, vielleicht zuweilen auch mit Verkürzung durch krankhafte Prozesse zusammen. Weniger große Schwankungen in der Länge der Schwanzwirbelsäule bezw. der Zahl der Schwanzwirbel bei einer und derselben Art sind dagegen eine ziemlich allgemeine und für unsere Betrachtung wichtige Thatsache, welche zum Teil nur dadurch sich erklärt, daß einzelne Schwanzwirbel in das Kreuzbein übergehen oder sich aus dem Verband desselben gelöst haben können.

Von Säugetier-Gattungen, in welchen zugleich lange und kurze Schwänze vorkommen, sind unter den Affen *Macacus* und *Cynocephalus* und dann *Mustela* und *Felis* zu nennen. Einen besonders kurzen Schwanz gegenüber anderen Katzen hat der Luchs.

Im übrigen giebt die beifolgende Zusammenstellung eine Übersicht für die bezüglichen Verhältnisse bei einer Anzahl von Säugetiergattungen und Arten. Zuerst ist die Zahl der Schwanzwirbel aufgeführt, wie wir

sie an einzelnen unserer Skelette gezählt haben. Daneben sind die Zahlen Giebel's gesetzt[1]). Die Unterschiede zwischen den letzteren und den unsrigen rühren wohl eben daher, daß häufig an verschiedenen Skeletten derselben Art ein oder der andere Schwanzwirbel mehr oder der eine oder der andere weniger mit dem Kreuzbein verwachsen (wir haben nur die nichtverwachsenen als Schwanzwirbel gerechnet), — abgesehen von unbedingter Verschiedenheit der Zahl, welche innerhalb einer und derselben Art vorkommen kann. Nur bei den großen Unterschieden verstehe ich die Zahlen Giebel's nicht — wie kommt er z. B. für *Cervus elaphus* zu 16 Wirbeln u. a?

	Unsere Stücke.	Nach Giebel.	
Ornithorhynchus	21	20	Schwanz platt, lang.
Echidna	11	11—13	Schwanz platt, kurz.
Didelphys	29	20	Schwanz lang, Kreuzbein kurz.
Phascolomys	8	11—12	Schwanz ganz kurz, Becken groß.
Phascolarctos	7	6	
Balaenoptera rostrata	16	?	Nach hinten stark verkürzte Wirbel.
Monodon monoceros	21	?	Ganz nach hinten verkürzte Wirbel.
Manatus australis	25	?	Hinten verkürzte u. plattgedrückte Wirbel.
Bos taurus	17—21	18—21	
Bos urus	17	19	
Bos bison	13	?	
Catoblepas gnu	15	—	
Cervus elaphus	11	16	
Auchenia lama	14—15	18	Hinten wenig verlängerte Wirbel.
Equus caballus	18	17—18	Desgl.
Hyrax capensis	?	7	Schwanz kurz.
Myrmecophaga tamandua	39	40	Wirbel mit Ausnahme der hintersten Wirbel nicht verlängert. Kreuzbein wie bei *Dasypus* groß.
Bradypus didactylus	5	5	Schwanz kurz. Wirbel gleichförmig. Kreuzbein groß.
*Bradypus cucullige*r	9	8—9	Kreuzbein groß.
Sciurus vulgaris	22	26	Nur die vordersten Wirbel nicht verlängert.
Spermophilus citillus	16	?	Schwanz ganz kurz.
Mus alexandrinus	29	24+?	Nur die vordersten Wirbel nicht verlängert.
Dipus decumanus	30	?	
Castor fiber	32	24—30	Nicht gestreckte Wirbel, bei einem Stück in der Mitte abwechselnd kleinere Querfortsätze.
Cavia cobaya etwa	6	8	
Ursus maritimus	10	13	Nicht verlängerte Wirbel.
Cercoleptes	28	25+?	Die hinteren drei Viertel der Wirbel verlängert.
Procyon lotor	19	18—19	Die hinteren zwei Drittel der Wirbel verlängert, ebenso bei *Nasua*.
Meles taxus	18	17—19	Die hinteren Wirbel nicht sehr verlängert.
Gulo borealis	15	17	Desgleichen.

[1]) Giebel, Säugetiere, in Bronn, Klassen u. Ordn. des Tierreichs.

	Unsere Stücke.	Nach Giebel.	
Lutra vulgaris	22	24—26	Desgleichen.
Mustela martes	19	15—19	Alle Wirbel bis auf die vordersten stark verlängert.
Canis vulpes	21	20—21	Desgleichen.
Canis lupus	18—19	?	
Dachshund	19—20	19—23	
Großer Hund	18		
Hyaena striata	18	20	Wirbel nicht verlängert.
Hauskatze	23	21—24	
Felis onca	21	19	
Phoca vitellina	9	16	Wirbel nicht verlängert.
Trichechus rosmarus	9—12	8—11	Desgleichen.
Erinaceus europaeus	13	14—15	Schwanz kurz.
Talpa europaea	10	12	Desgleichen.
Hapale vulgaris	26	30	Wirbel verlängert. Schwanz lang.
Cebus apella	21	25	Desgleichen.
» *capucinus*	25	24	Desgleichen.
Callithrix sciureus	29	30	Desgleichen.
Cynocephalus sphinx	21	22	Schwanz lang.
» *gelada*	29	—	Desgleichen.
» *hamadryas*	21	23	Schwanz mittellang.
» *ursinus*	23	9 (?)	Desgleichen.
» *maimon*	10—12	11—13	Schwanz kurz. Hintergliedmaßen und Becken kräftig, bes. Oberschenkel. Hintere drei Wirbel langgestreckt.
Macacus nemestrinus	18	19	
» *rhesus*	21	19	Schwanz ziemlich kurz, aber immer die meisten Wirbel verlängert.
Inuus ecaudatus	3—4	4	Wie *Cynoc. maimon.*
Cercopithecus petaurista	23	?	
Semnopithecus entellus	28	?	Schwanz sehr lang. Wirbel mit Ausnahme der ersten sehr verlängert.

Die Zahlen für die Menschenaffen s. später.

Bei weitaus den meisten langen Schwänzen der Säugetiere handelt es sich offenbar um eine Verlängerung von einem mittleren Zustande aus, was daran zu erkennen ist, daß die hinteren Schwanzwirbel oder die, welche bis zur Mitte oder bis zum ersten Viertel oder noch weiter hinauf den Schwanz zusammensetzen, sehr verlängert sind. Die Ursache der Verlängerung beruht bei manchen sehr langen Schwänzen, wie bei den Greifschwänzen der Affen, z. B. *Cebus*, bei *Nasua*, *Dipus*, vielen Carnivoren, beim Wickelschwanz des Wickelbären, *Cercoleptes*, auf Verlängerung der Wirbel. Nur bei wenigen langen Schwänzen (auch bei manchen Wickelschwänzen) ist keine Verlängerung, wenigstens der hinteren Wirbel, vorhanden: so bei *Myrmecophaga tamandua*, *didactyla*, dann beim Stachelwickler, *Cercolabes*, bei *Orycteropus*, *Dasypus*, beim Biber. Beim Biber sind, hervorragend an dem einen der zwei Skelette unserer Sammlung, die hinteren Schwanzwirbel in eigentümlicher Weise derart ringförmig

eingeschnürt, daß es aussieht, als sei jeder Wirbel im Begriffe, sich in zwei zu teilen.

Endlich haben viele Säuger einen langen Schwanz mit verlängerten Wirbeln, ohne daß ein heute stattfindender Gebrauch als Ursache der Verlängerung nachzuweisen oder bekannt wäre, so viele Affen der alten Welt, z. B. *Semnopithecus*, dann Ratten und Mäuse, *Mustela*, *Felis* und andere Raubtiere. Vielfach wird allerdings das starke Strecken des Schwanzes als Ursache der Verlängerung besonders der Wirbel angenommen werden können oder das Wedeln. Unter verwandten Raubtieren hat z. B. der Fuchs am meisten verlängerte Schwanzwirbel, Hund und Wolf weniger verlängerte, bei den Hyänen sind sie nicht verlängert. — Es giebt mittellange oder kurze Schwänze, deren hintere Wirbel verlängert sind, so bei vielen Huftieren: *Bos*, *Antilope*, *Equus* u. a., während die ganz kurzen Schwänze verwandter Formen keine Verlängerung der Wirbel zeigen: z. B. Hirsche. In den ersteren Fällen wird das Wedeln und überhaupt das Strecken als eine die Verlängerung begünstigende Ursache angenommen werden dürfen. Auch bei anderen kurzschwänzigen Gattungen und Arten, deren Verwandte langschwänzig sind, sind die hinteren Schwanzwirbel gewöhnlich nicht oder nur wenig verlängert. Außer den schon erwähnten Hyänen gehören hierher: Dachs, Vielfraß, Bären. Keine Verlängerung der Wirbel ist dementsprechend auch bei den kurzen Schwänzen von *Talpa*, *Erinaceus* u. a. vorhanden.

Ebenso wie die Verlängerung der Schwänze häufig mit dem Gebrauch zusammenhängt, hängt die Verkürzung in vielen Fällen offenbar mit dem Nichtgebrauch zusammen. Sie erscheint zuweilen deutlich als Rückbildung von einem mittleren Zustande aus. Das Letztere ist dann erwiesen, wenn es sich zugleich um eine Verkürzung der Wirbel handelt. Diese Verkürzung betrifft vorzüglich die hinteren Wirbel: die Verkürzung schreitet von hinten nach vorn vor: so besonders bei den Cetaceen. Bei anderen Wassersäugetieren, wie bei *Trichechus* und *Phoca*, sind die hinteren Schwanzwirbel wenigstens nicht verlängert.

Es ist also zusammenzufassen: 1) daß lange Schwänze mit ganz wenigen Ausnahmen wenigstens in ihrem hinteren Abschnitt verlängerte Wirbel haben, 2) daß bei kurzen Schwänzen hinten ebenfalls verlängerte Wirbel vorkommen können, was dann meist augenscheinlich mit dem Gebrauch zu thun hat, 3) daß bei kurzen Schwänzen aber sehr häufig auch die hintersten Wirbel kurz oder verkürzt sind.

Die Verkürzung der Schwänze hängt nun aber nicht immer mit Nichtgebrauch zusammen. Sie steht vielmehr in einzelnen Fällen deutlich in Zusammenhang mit Verstärkung des Beckengürtels (Becken und Kreuzbein) und der Hintergliedmaßen, besonders der Oberschenkel: so bei *Inuus ecaudatus*, *Cynocephalus maimon*, *Bradypus* — vorzüglich aber da, wo zugleich teilweise oder ganz aufrechter Gang besteht (Menschenaffen, Mensch).

Es handelt sich hier um einen hervorragenden Ausdruck des Gesetzes der Ausgleichung oder des Gleichgewichts (Kompensation).

Inuus ecaudatus und *Cynocephalus maimon* fallen unter allen ihren Verwandten auf durch starke, lange Oberschenkel und durch große Becken. Dasselbe gilt auch für die Menschenaffen und den Menschen. In anderen Fällen beruht die Verkürzung des Schwanzes, wie schon berührt wurde, auf einer Verlängerung des Kreuzbeins bezw. auf Einbeziehung von Schwanzwirbeln in das Kreuzbein.

Im Folgenden sind solche Fälle nicht gemeint, sondern nur die, in welchen die Stärke der Hintergliedmaßen und des Beckens von maßgebendem Einfluß auf die Verkürzung des Schwanzes erscheinen.

Nichtgebrauch spielt bei der Verkürzung z. B. eine Rolle bei manchen Huftieren, wie bei den hirschartigen, dann bei den Hasen u. a. Aber zuweilen tritt auch hier deutlich zugleich der Einfluß der Verstärkung der Hintergliedmaßen hervor, wie eben bei den Hasen, bei den Huftieren der verschiedensten Art, unter den Raubtieren bei den Bären und Hyänen. Wie aber der kurze Schwanz des Luchses gegenüber den Verhältnissen bei seinen Verwandten zu erklären sei, bleibt, nebst manchen anderen Fällen von Verlängerung und von Verkürzung, eine offene Frage, über deren mögliche Lösung später freilich noch eine Andeutung gegeben werden soll. — Nicht ohne weiteres zu erklären sind sogar Fälle von Verlängerung, welche mit auf verlängerten Wirbeln beruht, wo die Annahme des Gebrauchs doch vorausgesetzt werden zu dürfen scheint, so z. B. bei *Mustela*, *Felis*, vielen Affen der alten Welt, Ratten und Mäusen. Doch kommt hier vielleicht Vererbung von früherer Zeit mit besonderem Gebrauch in Betracht.

Wiedersheim führt über die Verhältnisse beim Menschen aus[1]): Der männliche Embryo hat vom Ende des zweiten Monats an fünf Schwanzwirbel, ebenso der erwachsene Mann. Das Weib hat vier bis fünf. Auch beim weiblichen Embryo können früh (Ende des dritten Monats) nur vier vorkommen. Nur einmal beobachtete man bei einem vier Wochen alten Knaben sechs Schwanzwirbel. Auch nur drei kommen vor.

Die Zahl der Schwanzwirbel schwankt beim Weibe mehr als beim Manne. Im übrigen sind die Wirbelzahlen beim ersteren beständiger. Die kürzesten Schwanzwirbelsäulen finden sich stets beim Weibe, auch ist bei diesem der erste Schwanzwirbel seltener mit dem Kreuzbein verwachsen als beim Manne, wo dadurch fünfte Sakrallöcher und scheinbar ein sechster Kreuzwirbel gebildet werden können. Wiedersheim meint, beides beziehe sich vielleicht auf geschlechtliche Verhältnisse — es scheint mir diese Vermutung nach dem, was ich über physiologische und morphologische Ausgleichung (Kompensation) sonst festgestellt habe und bezüglich

---

1) Wiedersheim, Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. 2. Aufl. 1893, S. 25 ff.

des Schwanzes darüber noch zu bemerken haben werde, sehr viel für sich zu haben.

Ursprünglich sind beim Menschen ein Schwanzdarm und zwei Schwanzspinalnerven vorhanden.

L. Gerlach beschrieb einen 10,8 cm langen Schwanz bei einem menschlichen Embryo aus dem vierten Monat, also aus einer Zeit, wo sonst von einem Schwanz nichts mehr vorhanden ist. Der Schwanzfaden hing unmittelbar mit dem letzten knorpelig angelegten Steißwirbel zusammen, und in seinem Innern war — abgesehen von der Stelle hinter dem soeben genannten Wirbel — auch noch die Rückensaite zu erkennen. Ferner waren Muskelbündel daran zu erkennen, welche solchen des M. curvator caudae der Tiere entsprechen müssen.

Unter den am ausgebildeten Menschen beschriebenen Schwänzen ist der Länge wegen der im »Scientific American« vom 11. Mai 1889 S. 296 beschriebene und abgebildete Fall eines Knaben von 12 Jahren zu erwähnen. Derselbe war 1 Fuß lang, aber ohne Wirbelkörper. In anderen Fällen fühlte man Wirbelkörper.

Auch beim Gorilla und Orang hat man Schwanzanhänge beobachtet.

Wenn man einerseits die Verkürzung, andererseits die Verlängerung des Schwanzes der Säugetiere von einem mittleren Zustande aus ins Auge faßt, so wird man schließen dürfen, daß die ursprünglichen Säuger mittellange Schwänze gehabt haben.

Amphibien und Reptilien. Entsprechend der Bedeutung der Stärke der Hintergliedmaßen und des Beckens für die Länge der Schwänze ist hervorzuheben, daß die längsten Schwänze bei Amphibien und Reptilien da vorkommen, wo die Hintergliedmaßen schwach sind. Weil aber hier die Ortsveränderung teilweise durch Schlängeln des Schwanzes bedingt wird, so ist in jedem einzelnen Fall die Frage zu stellen, inwieweit durch diese Thätigkeit etwa eine Verlängerung stattgefunden hat. — Dagegen ist die Verkürzung des Schwanzes durch Verstärkung des Beckens und der Hintergliedmaßen zugleich allerdings infolge von Nichtgebrauch, außer bei Affen, am ausgesprochensten bei den schwanzlosen Lurchen und bei den Vögeln. Auch der Schwanz der Schildkröten ist augenscheinlich im Zusammenhang mit Nichtgebrauch verhältnismäßig kurz.

Da, wo die Hintergliedmaßen geschwunden sind, haben wir die längsten Schwänze ohne Verlängerung der Wirbel, welche es überhaupt giebt: beim Scheltopusik mit über 105 Schwanzwirbeln, bei der Blindschleiche mit ungefähr 60, bei *Amphiuma* mit 30, *Siren lacertina* mit 35.

Die relativ längsten Schwänze aber, durch zahlreiche Wirbel und durch Verlängerung derselben, haben die Leguane. Bei *Laemanotus longipes* ist der Schwanz ungefähr $4^1/_2$ mal so lang als der Körper. Es sind hier 62 Wirbel vorhanden, von welchen die meisten gegenüber den vordersten etwa um das Zweifache verlängert und zugleich verdünnt sind. Die hintersten sind außerordentlich dünn und zart. Bei *Calotes*

cristatella (42 Wirbel) und *Iguana tuberculata* (63) ist der Schwanz etwa 3mal so lang als der Körper. Die meisten Wirbel sind ebenfalls verlängert, bei *Calotes* noch viel bedeutender als bei *Laemanotus*.

Die Leguane verteidigen sich mit ihrem Schwanze, teilen mit demselben starke Schläge aus. Vielleicht hängt die Verlängerung damit zusammen.

Die längsten Schwänze haben außerdem unter den Reptilien andere Echsen und die Krokodile, dann unter den geschwänzten Lurchen diejenigen, welche schwache Hintergliedmaßen haben und den Schwanz beim Aufenthalt im Wasser zur Ortsveränderung gebrauchen — ebenso wie die Krokodile, während die Eidechsen ihn zur Fortbewegung auf dem Lande mit benutzen.

Aber bei jenen Amphibien und Reptilien mit rückgebildeten Hintergliedmaßen ist, abgesehen vom Schwanze, auch die Zahl der Rumpfwirbel vermehrt und der Rumpf dadurch verlängert. Und dies ist der Fall auch bei den Schlangen. Bei diesen ist die Zahl der Rumpfwirbel sehr groß, die des Schwanzes dagegen verhältnismäßig klein. Bei ihnen wird die Vorwärtsbewegung des Körpers durch den Rumpf besorgt, während sonst der Schwanz diese Aufgabe hat. Dieselben Verhältnisse finden sich bei Gymnophionen und Amphisbaenen.

Es handelt sich bei diesem Verhältnis wiederum um einen hervorragenden Ausdruck des Gesetzes der Ausgleichung oder des Gleichgewichts (Kompensation), wie er auch in der Rückbildung des Schwanzes (und Verkürzung der Wirbelsäule überhaupt) der anuren Amphibien wiederum Hand in Hand in Beziehung mit der starken Ausbildung der Hintergliedmaßen uns entgegentritt.

In allen Fällen ist außer der Ausgleichung zugleich die Thätigkeit oder Unthätigkeit, sei es des Schwanzes, sei es der Wirbelsäule in Betracht zu ziehen und die Thätigkeit oder Unthätigkeit besonders der Hintergliedmaßen, welche bedingend für die Ausgleichung ist. — Dasselbe gilt in Beziehung auf die Zahl der Rumpfwirbel, nebenbei gesagt, mit für die Vordergliedmaßen.

Vögel. Eine sehr große Rückbildung hat der Schwanz bei den Vögeln erfahren, wenn man berücksichtigt, daß dieselben aus Reptilien hervorgegangen sein müssen. *Archaeopteryx* besaß noch den langen Reptilienschwanz, mit Federn besetzt. Bei den jetzt lebenden Vögeln sind nur noch wenige Schwanzwirbel vorhanden. Sie sind, soweit sie nicht zu Kreuzwirbeln geworden sind, offenbar wieder vermindert infolge der starken Ausbildung der Hintergliedmaßen. Meist sind ihrer, abgesehen vom Steißbein, noch fünf vorhanden, zuweilen sechs (Hühnervögel), selten nur drei, bei den Straußen die meisten, so beim afrikanischen Strauß acht.

Die hinteren Schwanzwirbel sind zu einem beilförmigen Steißbein zum Ansatz der Schwanzfedern verwachsen, welches am stärksten ausgebildet ist bei den Vögeln, welche die stärksten Schwanzfedern besitzen. Bei einigen dieser Vögel, wie bei manchen Hühnervögeln, beim Kormoran, besonders aber bei den Spechten, wo die Schwanzfedern zum Stützen beim Klettern dienen, auch bei *Buceros*, bleibt das Steißbein nicht ein

platter, seitlich zusammengedrückter Knochen, sondern es verdickt sich die Platte nach unten sehr, so daß es ein dreikantiger Körper wird, welcher eine nach hinten schauende dreieckige Fläche besitzt. Verhältnismäßig am umfangreichsten ist dieser Körper bei *Buceros*, beim Pfau aber hat das Steißbein oben und unten eine wagerechte Platte, welche mit ihren stark vorragenden Rändern unten und oben über die senkrechte Steißbeinplatte hervortritt, so daß gewissermaßen zwei seitliche Gruben zum Ansatz der mächtigen Schwanzfedern hergestellt werden.

Daß diese und andere Bauverhältnisse des Steißbeins bei verschiedenen Vögeln wie an der seitlichen Fläche desselben befindliche Hervorragungen mit dem Ansatz der Schwanzfedern zusammenhängen und durch deren Thätigkeit erworben und vererbt worden sind, bedarf keiner weiteren Hervorhebung. Sie wird zum Überfluß wie auch sonst immer bestätigt durch die entgegengesetzten Verhältnisse, welche sich bei geringer Ausbildung oder bei Mangel an Schwanzfedern finden. Beim Kiwi ist kein eigentliches Steißbein vorhanden, nur sind (bei *Apteryx mantelli*) die zwei hintersten, etwas verkümmerten Schwanzwirbel miteinander verwachsen. Außerdem sind noch sieben Schwanzwirbel vorhanden. Die Schwanzwirbelsäule ist aber nicht wie bei den mit Steißbein versehenen Vögeln gegen das Ende nach aufwärts gebogen, sondern umgekehrt nach unten und einwärts. Ganz ähnliche Verhältnisse sind bei *Dromaeus Novae Hollandiae* und bei *Rhea americana* vorhanden. Auch hier fehlt ein eigentliches Steißbein.

Die Verkürzung des Schwanzes bei den Vögeln beruht wiederum wesentlich auf Ausgleichung und auf der Thätigkeit bezw. dem Nichtgebrauch, indem die starken Hintergliedmaßen und das kräftige Becken, beide gebildet infolge der hervorragenden Thätigkeit der ersteren, den ursprünglich (bei den Reptilien) auf den Schwanz verwendeten Stoff in sich aufgenommen haben.

Daß der Schwanz der Carinaten kürzer ist als derjenige der Laufvögel, hängt in demselben Sinne zusammen mit der kräftigen Bildung des Steißbeins bei ersteren, indem derselbe mehrerere Wirbel in sich aufgenommen hat. Wir finden dasselbe Verhältnis unter Carinaten. Die besten Flieger mit starken Schwanzschwingen haben ein kräftiges Steißbein und weniger Schwanzwirbel. Die mit schwachen Schwanzschwingen (wie Seetaucher, Steißfüße u. a.) haben ein nicht stark, insbesondere nicht beilförmig ausgebildetes Steißbein und mehr Schwanzwirbel als die übrigen.

Ursachen der verschiedenen Länge der Schwänze. Es ist also in sehr vielen Fällen auf das deutlichste zu erkennen, daß die Länge der Schwänze der Wirbeltiere und die Länge der Wirbel mit dem Gebrauch oder Nichtgebrauch zusammenhängt bezw. auf denselben zurückzuführen ist. In anderen Fällen steht die Länge des Schwanzes, wie diejenige der Wirbelsäule überhaupt, in Zusammenhang mit der Ausbildung der Hintergliedmaßen und des Beckens.

Diese zwei Gesichtspunkte verdienen noch eine besondere allgemeine Betrachtung. Schon in meiner »Entstehung der Arten I.« habe ich die Verkürzung des Schwanzes durch Nichtgebrauch verglichen mit der Vererbung von Verletzungen[1]. Es handelt sich dabei um Vererbung einer erworbenen Eigenschaft, indem die von den Voreltern erworbene Verkürzung wie deren Zunahme sich immer wieder auf die Nachkommen vererbt hat. Die auf Nichtgebrauch beruhende Verkürzung aber hat ihre Ursache darin, daß infolge des Nichtgebrauchs das hintere Ende des Schwanzes schlecht und schlechter ernährt und innerviert wird, und so findet ein allmähliches Absterben, eine Verkürzung des Schwanzes von hinten nach vorn statt, welche sich in der Verkrüppelung der hintersten Schwanzwirbel so deutlich äußert. Es ist, wie wenn den Vorfahren der Tiere mit verkürztem Schwanze im Laufe der Geschlechter ein Stückchen des Schwanzes um das andere abgeschnitten worden wäre und diese Verkürzung sich vererbt hätte, denn es handelt sich in beiden Fällen eben um eine allmähliche Verkürzung von hinten nach vorn. Der Vergleich hinkt freilich darin, daß die Verkürzung beim Absterben ein ganz allmählich vor sich gehender physiologischer Prozeß ist, beim Abschneiden nicht. Übrigens liegt das Wesentliche der Vergleichung in der Vererbung einer von den Voreltern her erworbenen Eigenschaft, in der Vererbung der Verkürzung des Schwanzes an sich.

Daß die Verkürzung durch Absterben auf schlechter Ernährung, besonders bei Nichtgebrauch des Schwanzendes beruhen wird, diese Voraussetzung ist begründet in der physiologischen Thatsache, daß der Blutkreislauf um so schwächer ist, je weiter der betreffende Teil des Körpers vom Herzen entfernt ist. Es stimmt damit auch die Thatsache überein, welche mir ein Besitzer von gefangenen Affen mitteilte, daß die langschwänzigen Affen bei uns leicht das Schwanzende erfrieren und daß dieses dann abstirbt.

In betreff der Verlängerung des Schwanzes durch Vermehrung oder durch Verlängerung der Wirbel infolge von Gebrauch gelten selbstverständlich für die Erklärung dieselben Gesichtspunkte, welche für den Rumpf der Schlangen und für den Hals der Vögel als maßgebend bezeichnet werden müssen: Streckung des Schwanzes und zwar in einer Zeit, in welcher die Wirbelkörper noch nicht fest waren, muß für die Verlängerung derselben bestimmend gewesen sein. Die Vermehrung muß auf eine Begünstigung der Wirbelbildung einerseits durch die Streckung des Schwanzes und andererseits durch Wirkung einer bestimmten Wachstumsrichtung zurückgeführt werden, welche sich schon im embryonalen Leben geltend macht. Die Verkürzung im Zusammenhang mit kräftigerer Ausbildung der Hintergliedmaßen und des Beckengürtels bildet — abgesehen von den Fällen, in welchen Schwanzwirbel in das Kreuzbein einbezogen werden, wie das besonders bei Huftieren, z. B. bei Wiederkäuern, bei *Equus*, beim Tapir u. a. der Fall ist, das Gegenstück zu

[1] Ebenda S. 174.

jener Begünstigung der Wachstumsrichtung: es wird jetzt, ebenso wie bei der Verkürzung der Wirbelsäule, unter denselben Verhältnissen Bildungsstoff, welcher sonst auf den Schwanz verwendet wurde, durch jene anderen Teile verbraucht und so Verkürzung des Schwanzes erzielt.

Es liegt der Gedanke nahe, daß solche Ernährungs- bezw. Wachstumsverhältnisse auch in Fällen maßgebend sein können, in welchen verkürzte oder lange Schwänze vorkommen, ohne daß gerade die Ausbildung des Beckengürtels und der Hintergliedmaßen oder Gebrauch und Nichtgebrauch als die in die Augen springenden Ursachen der gegebenen Gestaltung erschienen.

Mit anderen Worten: es dürfte die Ausbildung des Schwanzes, die verhältnismäßig größere oder geringere Länge oder Kürze desselben bei Einzeltieren wie bei Arten und Gattungen in Beziehung stehen zu den allgemeinen Wachstums- bezw. Ausbildungs- und Ernährungsverhältnissen des Körpers, zunächst des Skelettes, insbesondere der benachbarten Skelettteile — ich meine nicht in pathologischer, sondern in allgemein physiologischer Beziehung. So kann sich eine gegebene Wachstumsrichtung der Wirbelsäule etwa geltend machen, Ausdruck verschaffen in einer Verlängerung des Schwanzes, ohne daß ein langer Schwanz gerade gebraucht wird und nützlich ist. Unter entsprechenden Verhältnissen wird umgekehrt ebenso ein kurzer Schwanz entstehen können. Dem Wachsen aber wird, ob Gebrauch dabei im Spiele ist oder nicht, jeweils ein Ziel gesetzt werden durch die Entfernung der zur Ernährung nötigen Blutgefäße vom Herzen: nur auf beschränkte Entfernung kann das Herz die genügende Menge Blut hinaustreiben. Gebrauch wird freilich den Blutkreislauf im äußersten Ende eines Schwanzes begünstigen und hier weiteres Wachstum desselben ermöglichen können. Aber zuletzt muß auch seine Wirkung ein Ende haben. Wäre ein ungeheuer langer Schwanz einem Tiere noch so nützlich, er könnte trotz aller Auslese nicht geschaffen werden, wenn die physiologischen Bedingungen dazu fehlten.

Die Thatsache, daß der Schwanz aller Wirbeltiere nach hinten kleinere Wirbel trägt und daß die hintersten — abgesehen von den Verhältnissen bei den Vögeln, wo Steißbeinwirbel zu mehreren zu einem Knochen verwachsen sind, der eine besondere Aufgabe hat — fast überall als unfertig oder geradezu als verkümmert zu bezeichnen sind, ist für unsere Frage von hervorragender Bedeutung.

Mit der noch zu berührenden »Panmixie« ist hier rundweg nichts zu wollen. Die Unfertigkeit ist einfach offenbar die Folge der berührten physiologischen Verhältnisse, der Thatsache, daß die Ernährung in der Schwanzspitze überall eine geringe ist, zumeist eine so geringe, daß eben die letzten Wirbel nur noch zu unvollkommener Entwicklung und Ausbildung gelangen können.

Verkümmerung und Unfertigkeit müssen unterschieden werden. Die erstere bezeichnet Rückbildung. Sie ist aber von Unfertigkeit wohl meist nur schwer zu unterscheiden. Sie ist darauf zurückzuführen, daß

das Schwanzende der betreffenden Tiere nicht mehr so kräftig ernährt wird, wie es früher, bei den Vorfahren ernährt wurde. Als Grund der Änderung der Ernährung sind innere, örtliche oder allgemein physiologische Ursachen oder verminderter Gebrauch anzunehmen.

Da nun überall entweder Unfertigkeit oder Rückbildung bei der Verkürzung im Spiele ist, so erscheint der Schluß gerechtfertigt, daß der Schwanz stets so lang wird, wie die physiologischen Verhältnisse des Gesamtkörpers es irgend gestatten, gleichviel ob er nun zum Gebrauch nützlich ist oder nicht.

Ja gerade da, wo er nicht gebraucht wird oder wo seine Länge und Ausbildung mit seinem Gebrauch nicht mehr im Verhältnis stehen, wird er als ein Körperanhang erscheinen, dessen Gestaltung, soweit sie nicht von Vererbung beeinflußt ist, von rein physiologischen Wachstumsverhältnissen des Körpers abhängt. Vererbung ist dabei aber nicht notwendig immer mit maßgebend, denn der Schwanz könnte neu entstehen allein infolge von Freiwerden von Bildungsstoff nach Rückbildung der Hintergliedmaßen oder im Zusammenhang mit Wechsel der Ernährung in anderen Teilen des Skelettes oder des Körpers überhaupt. Verstärkter Herzschlag könnte unter Umständen zur kräftigeren Ausbildung des Schwanzendes und zur vermehrten Herstellung von Wirbeln im Schwanze bezw. am Schwanzende führen. So wird die Ausbildung des Schwanzes unter Umständen, wie ein Manometer den Gasdruck anzeigt, in Beziehung zur Ernährungskraft des Körpers bezw. des Blutdrucks stehen.

Solche Verstärkung und Verlängerung infolge rein physiologischer Ernährungsverhältnisse aber giebt ein hervorragendes Beispiel für Entwicklung aus inneren Ursachen, für organisches Wachsen — ebenso die Verkürzung, Verkümmerung, also Rückbildung infolge des Nachlassens der Ernährung.

In der That ist der Schwanz auch durch seine Länge und durch seine oft verhältnismäßige oder vollkommene Bedeutungslosigkeit, als nebensächlicher Anhang des Körpers vorzugsweise geeignet, organisches Wachsen rein zum Ausdruck zu bringen. Und endlich wird es nach der von uns vertretenen Auffassung verständlich, warum die Zahl der Wirbel des Schwanzes sogar bei verschiedenen Tieren derselben Art so verschieden ist: es fehlt der Gestaltung dieses einseitigen Körperanhangs nicht nur meist die Regelung durch den Gebrauch und durch die Auslese, die Gestaltung hat auch größere Freiheit — eben im Zusammenhang mit Nichtgebrauch und Mangel an Auslese — dadurch, daß der Schwanz nicht, wie die meisten andern Körperteile, nach allen Seiten physiologisch abhängig ist, sondern vielmehr nach einer Richtung unbehindert wachsen kann.

Ich bin somit der Ansicht, daß sich die meisten Fälle von Rückbildung oder auch von Verlängerung des Schwanzes ganz allein durch Ausgleichung, d. i. dadurch erklären, daß sich die Ernährungsverhältnisse zu seinen Gunsten oder Ungunsten

verändert haben, sei es durch stärkere oder geringere Ausbildung und Gebrauch der Hintergliedmaßen oder durch irgend andere Änderungen in der Verteilung der Ernährungsstoffe, und daß sich andere solche Fälle erklären durch Änderung der Kraft des Blutkreislaufes an sich.

Goethe ist in Beziehung auf den Schwanz nicht dahin gelangt, die Anwendung des Ausgleichs der Teile zu verwerten. Er hat denselben vielmehr in seinem Entwurf der allgemeinen Einleitung der vergleichenden Anatomie, ausgehend von der Osteologie am Schluß der »Allgemeinen Darstellung des Typus«, in sehr merkwürdiger Weise bedacht oder abgethan. Nachdem er, ausgehend von den Insekten, einen Typus des Tieres aufgestellt und die Säugetiere mit Kopf, Rumpf und Gliedmaßen darauf zurückgeführt hat, sagt er von diesen: »Ihr letzter oder hinterster Teil hat mehr oder weniger noch eine Fortsetzung, den Schwanz, die aber eigentlich nur als eine Andeutung der Unendlichkeit organischer Existenzen angesehen werden kann«.

Was der große Mann mit dieser bombastischem Äußerung Geistreiches sagen wollte, wird wohl für ewig dunkel bleiben.

Darwin und die Ursachen der Rückbildung der Schwanzwirbelsäule. Ich schließe hier noch einige Worte an über die Behandlung, welche Darwin unserer Frage wenigstens in einer Beziehung hat angedeihen lassen[1]).

Darwin hebt zuerst Beispiele von großer Verschiedenheit der Länge des Schwanzes bei einer und derselben Gattung hervor: »Bei einigen Arten von *Macacus* ist er länger als der ganze Körper und besteht aus vierundzwanzig Wirbeln; bei anderen existiert er nur als kaum sichtbarer Stumpf und enthält nur drei oder vier Wirbel. Bei einigen Arten von Pavianen sind fünfundzwanzig Schwanzwirbel vorhanden, während beim Mandrill nur zehn sehr kleine abgestutzte Wirbel und nach Cuvier's Angabe zuweilen nur fünf solche vorhanden sind. Der Schwanz läuft beinahe immer nach dem Ende hin spitz zu, mag er nun kurz oder lang sein, und ich vermute, daß dies ein Resultat der durch Nichtgebrauch eintretenden Atrophie der terminalen Muskeln in Verbindung mit der der Arterien und Nerven ist, welche zuletzt zu einer Atrophie der endständigen Knochen führt. Für jetzt kann aber die häufig vorkommende große Verschiedenheit in der Länge des Schwanzes nicht erklärt werden«. Es handle sich, sagt Darwin, in seinen Ausführungen indessen besonders um das völlige Verschwinden des Schwanzes.

Zur Erklärung dieses Vorganges kommt er auf die Idee zurück, welche schon oft lächerlich gemacht worden sei und es wohl wieder von neuem werden dürfte, daß Reibung mit dem Verschwinden des äußeren Teils der Schwanzes etwas zu thun gehabt habe.

---

[1]) Darwin, Abstammung des Menschen I. Band, deutsche Übersetzung, Stuttgart Schweizerbart 1878 S. 74 ff.

Anderson hebe hervor, daß der außerordentlich kurze Schwanz von *Macacus* dem Affen wegen seiner geringen Länge im Wege sei, wenn er sich niedersetzt, das Tier sitzt auf ihm (obschon er in die Lücke zwischen den Gesäßschwielen zu liegen kommt), und so ward er gekrümmt und wird er rauh und schwielig. Auch von anderen verwandten Affen wird Ähnliches angegeben (*Murie*). Die Schwanzwurzel sei beim Sitzen immer dem »ausgesetzt, abgerieben oder gestutzt zu werden«.

Darwin beruft sich nun darauf, daß Verstümmelungen gelegentlich vererbt werden, und meint demgemäß, es sei nicht sehr unwahrscheinlich, »daß bei kurzschwänzigen Affen der vorspringende, funktionell nutzlose Teil des Schwanzes nach vielen Generationen rudimentär und verdreht worden sei, weil er beständig gerieben und gedrückt wurde«. »Wir sehen beim *Macacus brunneus*«, fährt Darwin fort, »den vorspringenden Teil in diesem Zustand und beim *M. ecaudatus* und mehreren höheren Affen vollständig abortiert. Soweit wir es beurteilen können, ist dann schließlich der Schwanz beim Menschen und bei den anthropomorphen Affen infolge davon verschwunden, daß der terminale Teil eine sehr lange Zeit hindurch durch Reibung beschädigt, während der basale, in der Haut eingebettete Teil reduziert und modifiziert wurde, um sich der aufrechten oder halbaufrechten Stellung anzupassen«.

Wir weisen zunächst nun auf den Fall von »Anpassung« hin, welcher in diesen unglücklichen gequetschten und schließlich zu Tode geriebenen Schwanzstummeln vorliegt. Darwin konnte solche Dinge anführen, ohne unbedingt mit sich selbst in Widerspruch zu geraten, denn seine Lehre geht dahin, daß alles, was besteht, nützlich sei oder doch einmal nützlich gewesen sei. Indessen steht immerhin ein solches Verhältnis in einem gewissen Widerspruch zu dem Geist der Darwin'schen Anpassungslehre.

Die schon erwähnte Panmixie oder Allesmischung soll unnötige Organe beseitigen, weil nur andauernde Auslese die bestehende Organisation in unverkümmertem Zustande erhalten soll. Dabei wird zunächst vorausgesetzt, daß die Auslese etwas Positives, etwas Neues erzeugen könne, was falsch ist. Sodann wird bei jener Erklärung der Rückbildung durch Panmixie ebenso falsch vorausgesetzt, daß fortgesetzte geschlechtliche Allesmischung unter Ausfall des Nutzens Vorhandenes soll vernichten können. Aber Allesmischung kann nicht vernichten, sondern nur ausgleichen. Nur mit Zuhilfenahme der Kompensation ist unter den gegebenen Voraussetzungen Vernichtung von Organen möglich. So habe ich schon in meiner »Entstehung der Arten I.« durch Hinweis auf die Hunde, besonders die ägyptischen Straßenhunde, und auf die Hauskatzen gezeigt, daß trotz aller Panmixie und Auslese sich bei diesen Tieren bestimmte neue Eigenschaften bezüglich der Zeichnung herausbilden, welche nicht nützlich sind[1]). Ferner wies ich darauf hin, wieviele Mischungen nötig sind, damit nur z. B. 500 Menschen jeden Geschlechts

---

[1]) Meine Entstehung der Arten I. 1888, S. 149 ff.

in je einmalige Mischung kommen, nämlich 250000![1]). Neuerdings hat W. HAACKE den Wert der Panmixie durch Versuche vollends in das richtige Licht gestellt[2]).

Platte Schwänze und Schwanzwirbel. Eine Thatsache, welche sich wieder nur durch Veränderung infolge des Gebrauchs und durch Vererbung der so erworbenen Eigenschaft erklären läßt, ist die, daß die Schwänze einer Anzahl von Säugetieren von oben nach unten mehr oder weniger plattgedrückt sind und ebenso ihre Wirbel: der platte Biberschwanz ist wohlbekannt. In geringerem Grade platt sind aber auch die Schwänze anderer teilweise im Wasser lebender Säuger. Bei der Fischotter sind die Schwanzwirbel noch nicht abgeplattet, wohl aber ist es äußerlich der Schwanz, besonders an der Wurzel, wo er sehr breit ist — wie dieses Tier, noch mehr aber der Seeotter, überhaupt in sehr bemerkenswerter Weise in den verschiedensten Eigenschaften äußerlich Wassertier und zwar seehundsähnlich wird: die ganze Gestalt des Körpers, der länglichrunde Kopf mit der breiten Schnauze und den verkürzten Ohrmuscheln, die straffen, dicht anliegenden Stichelhaare zeigen dies, abgesehen von den Schwimmhäuten zwischen den Zehen.

Auch bei der Bisamratte, *Fiber zibethicus*, zeigt der Schwanz den Beginn äußerlicher Abplattung. Soviel ich an dem mir vorliegenden Balg sehen kann, sind hier auch die Wirbel ungefähr der zwei hinteren Drittel des Schwanzes platt.

Beim Biber sind die Wirbel des hinteren Teils des Schwanzes ziemlich stark abgeplattet, mäßig die des ganzen Schwanzes beim Schweifbiber (*Myopotamus*), stark alle bei *Manatus*, mäßiger bei *Echidna*. Bei *Trichechus rosmarus* sind die mittleren Schwanzwirbel deutlich etwas abgeplattet, beim Narwal die hintersten in geringem Maße.

Überall handelt es sich hier offenbar um eine Einrichtung, welche zum Schlagen des Wassers beim Schwimmen und zum Steuern dient, insbesondere zum Zweck des Aufsteigens im Wasser, ähnlich der Schwanzflosse der Cetaceen, um eine Einrichtung, welche durch diese Thätigkeit entstanden ist. Es ist sehr bemerkenswert, daß gerade die Cetaceen keine plattgedrückten Schwanzwirbel haben: ihre Schwanzflosse übernimmt allein vollkommen die Aufgabe der Ortsveränderung im Wasser, ohne daß die Schwanzwirbelsäule dabei in Mitleidenschaft gezogen wurde. Nur der Narwal bildet eine kleine Ausnahme.

Nicht durch Wirkung des Gebrauchs läßt sich die Thatsache erklären, daß auch die Wirbel der kurzen Schwänze von *Phascolomys* und *Bradypus* und vom Reh von oben nach unten abgeplattet sind und zwar in hohem Grade. In den beiden ersteren Fällen bilden die Flächen der Schwanzwirbelsäule die Fortsetzung derjenigen des sehr stark abgeplatteten Kreuzbeins. Auch beim Stachelschwein sind die hinteren Schwanzwirbel

---

[1]) Meine Entstehung der Arten I. 1888, S. 234.

[2]) W. HAACKE, Gestaltung und Vererbung. 1893.

etwas von oben nach unten abgeplattet; dasselbe gilt u. a. von den Rumpfwirbeln von Amphibien (*Salamandra*, *Rana*, *Pipa*). Hier müssen andere mechanische Ursachen wirksam sein.

Ebenso abgeplattet ist der Schwanz der Landschildkröten, z. B. bei *Testudo graeca* nur im hintersten Teil, bei *T. tabulata* überall. Dieser Schwanz ist oben vom Panzer bedeckt und wird denselben berühren, wenn er unten auf die Erde aufgedrückt wird.

Seitlich zusammengedrückt sind die Schwanzwirbel bei im Wasser lebenden Kriechtieren mit platten Schwänzen, wiederum in offenbarer Beziehung zur Thätigkeit des Schwanzes beim Schwimmen im Wasser. Beim Alligator sind alle Schwanzwirbel seitlich zusammengedrückt, beim Krokodil die der zweiten Hälfte des Schwanzes; auch die Schwanzwirbel von *Monitor niloticus* sind mäßig platt. Im Gegensatz zu den Landschildkröten ist bemerkenswerterweise der frei über die Panzer nach hinten hervorragende Schwanz der Süßwasserschildkröte, *Emys europaea*, seitlich zusammengedrückt und ebenso seine Wirbel. Bei anderen Wasserschildkröten, wo er nicht über die Schale hervorragt, demgemäß auch nicht wie der lange von *Emys* zum Schwimmen und Steuern wird dienen können, sind seine Wirbel eher von oben nach unten abgeplattet.

Seitlich zusammengedrückt ist der Schwanz und sind die Wirbel im mittleren Teile des Schwanzes ferner auch bei den auf dem Lande lebenden Leguanen, welche mit demselben schlagen, und in geringem Grade ebenso finde ich die Wirbel etwa in der Mitte (etwas mehr nach vorn) bei *Lacerta ocellata*; bei *L. viridis* aber ist die ganze Schwanzwirbelsäule seitlich zusammengedrückt, ebenso bei *L. agilis*, ohne daß ich hier eine bestimmte Ursache für die Umbildung angeben könnte, es sei denn, daß dieselbe in Vererbung gesucht werden darf oder im seitlichen Schlagen des Schwanzes bei der Ortsveränderung auf dem Lande.

Seitlich platt sind ferner wie der Schwanz so auch die Schwanzwirbel im Wasser lebender Lurche, so bei *Siredon* und *Triton* am ganzen Schwanz, bei *Proteus* und *Menopoma* hinten. Dagegen sind sie bei den auf dem Lande lebenden geschwänzten Lurchen ebenso wie bei fast allen auf dem Lande lebenden Kriechtieren drehrund, so z. B. bei *Salamandra maculata*.

Die seitliche Abplattung der Schwanzwirbel der »geschwänzten Batrachier« erwähnt schon Meckel, aber er führt nicht an, daß sie nur den im Wasser lebenden zukommt.

Es ist nicht anders anzunehmen, als daß die seitliche wie die Flächenabplattung der Schwanzwirbel entstand infolge der Thätigkeit und daß sich diese erworbene Eigenschaft mehr und mehr auf die Nachkommen vererbt hat.

Wenn es noch eines Beweises für diese Auffassung bedürfte, so wäre er geliefert durch die Thatsache, daß die Schwanzwirbelsäule der Fische ebenfalls mehr oder weniger, häufig aber recht erheblich (z. B. bei den Welsen) seitlich zusammengedrückt ist, was wieder nur der Art der

Vorwärtsbewegung dieser Tiere zugeschrieben werden kann, welche vorzüglich durch seitliches Schlagen mit dem Schwanz, abgesehen von Schraubenbewegung, durch Drehen der Wirbelsäule geschieht.

Nun ist es aber auffallend, daß, wie das Beispiel von den Landsalamandern gegenüber den Wassersalamandern zeigt, die Schwanzwirbelsäule nach dem Übergang aus dem Wasser- zum Landleben so bald die seitlich zusammengedrückte Gestalt verliert und drehrund wird, vorausgesetzt die wohl nicht anzuzweifelnde Annahme, daß die Landwirbeltiere aus Wasserwirbeltieren, daß im Besonderen die Landmolche aus Wassermolchen hervorgegangen sind[1]. Es steht diese rasche Umbildung einer von Urzeiten her vererbten Eigenschaft in vollem Widerspruch zu der Zähigkeit, mit welcher sich andere erworbene Eigenschaften häufig vererben.

Es ist daraus wohl zu schließen, daß dem Organismus aus inneren, physiologischen Ursachen die Neigung innewohnt, drehrunde Wirbel zu erzeugen und daß diese Bildungsursachen zum Ausdruck kommen, sobald die Thätigkeit aufhört, welche, gewissermaßen im Widerspruch mit ihnen, seitlich zusammengedrückte Schwanzwirbel erzeugt.

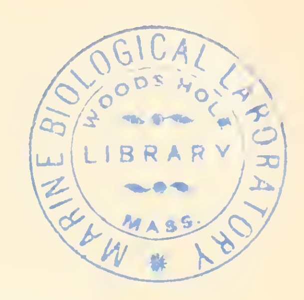
Die seitlich zusammengedrückte Schwanzwirbelsäule wird also, und wohl ebenso die von oben nach unten zusammengedrückte, nur durch die ständig wirkenden, in der Thätigkeit liegenden Ursachen bei den betreffenden Formen gewissermaßen künstlich in ihrer Gestalt erhalten.

Dieser Gang der Dinge wird noch mehr erhärtet durch die Thatsache, daß schon die Larve von *Salamandra maculata* drehrund angelegte Schwanzwirbel hat und daß dasselbe sogar für Fische gilt, welche später seitlich zusammengedrückte Schwanzwirbel bekommen.

Es kehrt also die Schwanzwirbelsäule nicht nur leicht zu einer drehrunden Form zurück, welche offenbar eine ganz ursprüngliche gewesen ist, sondern diese ursprüngliche Form vererbt sich mit ungeheurer Zähigkeit selbst auf die Larven der Nachkommen, die, ausgebildet, seitlich zusammengedrückte Schwänze haben. Inwieweit dabei die Ausbildung von Flossensäumen auf die Gestaltung der Schwanzwirbel von Einfluß ist, mag dahingestellt bleiben.

Daß aber diese urspünglichste Form der Wirbelanlagen, entsprechend der Anlage der Rückensaite, eine drehrunde gewesen ist, dies ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß die Urwirbeltiere wurmförmige Gestalt und Bewegung gehabt haben dürften. Und es liegt der Gedanke nahe, auch das Vorhandensein einer Bildungsthätigkeit im Wirbeltierkörper, welche drehrunde Wirbelkörper hervorzubringen strebt, auf jene ursprünglichsten anatomischen und physiologischen Verhältnisse zurückzuführen.

[1] Freilich will neuerdings Simroth die Fische von Landtieren ableiten: Die Entstehung der Landtiere, Leipzig, Engelmann 1891. Vergl. meine Besprechung dieses Buches in der deutschen Litteraturzeitung 1892 No. 1.



Rippen und Gräten.

Allgemeines. Begriff von Rippen und Gräten.

Die Rippen halte ich für ursprünglich aus Bindegewebe hervorgegangene Verknöcherungen, entsprechend den Fischgräten. Sie entstehen bei den Fischen wie bei den höheren Wirbeltieren in den in der Muskulatur gelegenen Bindegewebsscheidewänden, ebenso wie die Gräten. Zuweilen bleiben sie auch zeitlebens grätenähnlich. Endlich können Rippen in Gräten übergehen.

Die Gräten sind neue Knochen. Die Rippen können meistens nicht als solche bezeichnet werden. Aber auch das Vorkommen und Fehlen und die stärkere oder geringere Ausbildung der Rippen bilden einen hervorragenden Gegenstand für unsere Betrachtungsweise. Es kommen dabei in hohem Maße offenbar Kompensation und Korrelation als Ursache in Betracht, ferner, und zwar bei der Entstehung von Gräten und Rippen, kommen in Betracht: innere Ursachen, organisches Wachsen, das Alter der Gewebe in Verbindung mit bestimmten morphologischen und mit anderen physikalischen bezw. physiologischen Verhältnissen.

Die unmittelbare Beziehung zwischen Gräten und Rippen läßt sich anatomisch nachweisen.

Die gewöhnlich in den Sammlungen befindlichen Skelette von Knochenfischen sind in Beziehung auf die Rippen häufig nicht vollkommen, indem meist nur die durchaus knöchernen Teile daran erhalten sind.

Präpariert man z. B. bei *Leuciscus dobula* nach hinten, von da an, wo die ganz knöchernen Rippen aufhören, sorgfältig weiter, so kommt man auf knöcherne Rippenreste, welche nach oben durch bindegewebige Fortsetzung mit der Wirbelsäule in Verbindung stehen, und welche sich vollkommen wie Gräten verhalten. Es sind 17 ganz knöcherne Rippen. Die achtzehnte, schon grätenartig dünn, setzt sich durch ein kurzes Stück Bindegewebe jederseits an den Schenkel der auseinandergetretenen Hämapophysen an, ebenso die neunzehnte und zwanzigste. Auch von einer einunzwanzigsten ist noch eine Spur vorhanden, alle ganz grätenartig. So sind die Verhältnisse bei einem 10 cm langen Schuppfisch. Bei älteren ist vielleicht mehr Verknöcherung vorhanden.

Auch bei *Chondrostoma nasus* gehen die hintersten Rippen allmählich in ganz dünne grätenartige Bildungen über, welche sich an die Hämapophysenstümpfe ansetzen.

Entsprechende Verhältnisse werden sich bei näherer Untersuchung wohl auch bei anderen Arten ergeben.

Es sind solche Rippen, wie ich gleich hervorheben will, nicht etwa abgegliederte Hämapophysen, vielmehr sind sie selbständige Neubildungen, welche, aus Bindegewebe hervorgegangen, sich an die Hämapophysen angliedern.

Daß die GEGENBAUR'sche Ansicht, die Rippen seien überall Hämapophysen oder abgegliederte Hämapophysen, nicht richtig sein kann, beweist allein die schon von GÖTTE hervorgehobene Thatsache, daß Querfortsätze an denselben Wirbeln Rippen tragen können, an welchen zugleich Hämapophysen vorhanden sind: so bei geschwänzten Amphibien.

Umgekehrt will nun GÖTTE als Rippen nur solche Fortsätze bezw. Abgliederungen gelten lassen, welche an Querfortsätzen oder oberen Bogen sitzen.

Ich halte es für ganz gleichgültig, wo die Spangen, welche Rippen zu nennen sind, sich ansetzen, aber ich bin der Ansicht, daß diese Spangen, soweit sie nicht nur noch Reste darstellen, stets die Leibeshöhle seitlich umfassen, ihr »Gerippe« bilden müssen.

Der Begriff Rippe ist nicht ein rein morphologischer oder gar embryologischer, er ist zugleich ein wesentlich physiologischer Begriff.

Daß diese Rippen bei manchen Fischen die Leibeshöhle nicht unmittelbar abschließen, sondern mehr in die Muskeln nach außen gerückt sind (GEGENBAUR), braucht meine Auffassung von dem, was man unter Rippe zu verstehen hat, selbstverständlich nicht zu beeinträchtigen.

Obere und untere Rippen der Fische. Es giebt nun bei den Fischen außer den eigentlichen Rippen noch rippenähnliche Bildungen, welche oft neben jenen vorkommen, dieselben sogar an Größe übertreffen können, aber mit der Umspannung der Leibeshöhle nichts zu thun haben, sondern, ohne daran teil zu nehmen, im Innern der Muskeln liegen. Sie wurden früher ebenfalls für wirkliche Rippen erklärt (CUVIER, MECKEL, AGASSIZ), bis J. MÜLLER diese Ansicht zurückwies[1]). — So unterschied MECKEL[2]) obere und untere Rippen. Die unteren seien gewöhnlicher und allgemeiner als die oberen, meist stärker entwickelt und auch da vorhanden, wo die oberen fehlen, während die oberen nie ohne die unteren vorkommen. Bei einigen, namentlich *Clupea*, finde sich außer den gewöhnlichen oberen noch eine dritte oberste, von den übrigen um die ganze Höhe des Wirbelkörpers getrennte Ordnung (vergl. Abb. 3). Diese Bildung sei wahrscheinlich bei manchen Fischen, z. B. *Esox*, durch tiefe Spaltung des inneren Endes der oberen Rippen angedeutet.

»Die oberen Rippen liegen immer neben den Wirbelkörpern, die unteren neben oder zum Teil neben, zum Teil unter oder ganz unter ihnen. Letzteres ist da der Fall, wo sie an der unteren Fläche, ersteres, wo sie an der Seite der Wirbel aufsitzen.« »Die oberen Rippen sitzen

---

1) Vergl. GEGENBAUR, Grundzüge der vergl. Anat. 1870 S. 622.

2) J. F. MECKEL, System d. vergl. Anat. II. 1. 1824 S. 244 ff.

gewöhnlich den Wirbelkörpern, die unteren den Fortsätzen derselben auf. Doch sind die oberen bisweilen nur durch lange dünne Sehnenfäden mit den Wirbeln verbunden und scheinen daher nur im Fleische zu liegen«. . . . . .

»Die oberen Rippen sitzen bei den Salmen, Mormyren, Clupeen, *Brama*, *Raji*, *Coryphaena*, *Scomber*, höher oder niedriger von der Wurzel der oberen Dornen bis beinahe zu den unteren herab, an den Seiten der Wirbelkörper, mehr oder weniger hoch über den unteren«. Dann: »Bei den Pleuronecten, Gaden, *Anarrhichas*, *Labrus*, *Sparus*, *Scarus*, *Taenianotus*, *Trachinus*, *Sciaena* sitzen sie in geringer Entfernung von den unteren Rippen an den Querfortsätzen.

An dem hinteren Teile des oberen Endes der Rippen selbst, vorzüglich der vorderen, sitzen die oberen bei mehreren Arten von *Gadus*, *Labrus*, *Perca*, *Chaetodon*. Bisweilen setzen sich die vorderen Nebenrippen an die unteren, die hinteren dicht neben ihnen an die Querfortsätze. So verhält es sich z. B. bei *Scorpaena*.«

Zu dieser Darstellung ist zunächst zu sagen, daß das, was Meckel Querfortsätze nennt, selbstverständlich fast überall auseinandergetretene Hämapophysenschenkel sind.

An diese auseinandergetretenen oder an geschlossenen Hämapophysen, sei es an deren Ende oder in deren Verlauf, legen sich bei den Fischen fast immer die wahren Rippen an, welche, entsprechend ihrer Aufgabe, noch die Eigenschaft haben, daß sie mehr oder weniger wie Faßreifen, entsprechend dem Körperumfang, gebogen sind, was bei den oberen Rippen gewöhnlich nicht der Fall ist. Diese stehen vielmehr meist gerade nach außen.

Selten legen sich wahre Rippen bei Fischen auch an die Wirbelkörper oder, bei den Schwanzwirbeln, an die unteren Dornfortsätze an.

Wirkliche Querfortsätze, welche im Gegensatz zu den Hämapophysen schon in der Entwicklung fest mit den Wirbelkörpern verbunden bezw. mit ihnen eins sind, ähnlich wie sie neben Hämapophysen am Schwanz von Schwanzlurchen und der *Cetaceen* vorhanden sind, kommen bei den Fischen selten vor. So finden sich deren bei *Polypterus bichir*, *Pleuronectes*, *Muraenophis helena*, *Conger vulgaris* und in Stummeln an den Schwanzwirbeln von *Thynnus vulgaris*. Bei *Diodon hystrix* sind zweierlei querfortsatzähnliche Bildungen in der Form breiter Platten vorhanden: 1) vorn auf- und auswärtsgerichtete, welche sich aber an den hinteren Wirbeln oben über den Neurapophysen schließen, ganz hinten jedoch wieder auseinandertreten; 2) noch unter den zwei letzten der vorigen, welche oben auseinandertreten und dann weiter nach hinten, auch da, wo Hämapophysen vorhanden sind, nach außen und unten gerichtete, mehr oder weniger plattenartig geformte wirkliche Querfortsätze.

Wahre Rippen setzen sich an diese Querfortsätze niemals an, außer bei *Polypterus* zugleich mit falschen; falsche auch bei *Uranoscopus*, wo die Fortsätze aber nur stummelartig sind.

Bei *Polypterus* und *Anarrhichas* scheinen die Verhältnisse auf den ersten Blick insofern sehr übereinstimmende zu sein, als sich in beiden Fällen an breite, querfortsatzähnliche Bildungen obere und untere kurze Rippenstücke ansetzen. Aber jene querfortsatzähnlichen Knochen sind nur bei *Polypterus* Querfortsätze, bei *Anarrhichas* dagegen auseinandergetretene Hämapophysen. Ähnlich wie hier ist es z. B. bei *Pleuronectes*, nur sitzen hier die »oberen Rippen« nicht am Ende der Hämapophysenfortsätze, sondern weiter nach oben.

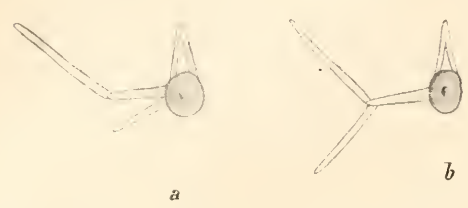


Abb. 2. Rippen von *Polypterus bichir*. *a* vordere, *b* hintere.

Auch wir erkennen also in den sogenannten oberen Rippen keine wirklichen Rippen. Sie sind Gräten, und sie können so fein werden, daß sie von gewöhnlichen Gräten nicht zu unterscheiden sind. Aber diese Eigenschaft ist es nicht, welche sie von den wirklichen Rippen unterscheidet, denn diese können, wie gesagt, nach hinten ebenfalls in Gräten übergehen.

Es handelt sich in den oberen wie in den unteren Fischrippen um Bildungen, welche mit Gräten denselben Ursprung haben.

In dieser Beziehung muß ich nun noch einiges bemerken.

a) Zu den »oberen Rippen«. Dieselben sind bei *Clupea* (Abb. 3), sagt Meckel, in zweierlei Arten vorhanden, beide grätenartig, die unteren setzen sich unmittelbar über den wirklichen Rippen an die Hämapophysenfortsätze an. Die obersten, noch dünneren setzen sich an die Wurzeln der Neurapophysen.

Wenn man andere Fische sorgfältig präpariert, so findet man anstatt der oberen Rippen da und dort ähnliche Bildungen wie die obersten von *Clupea*, Bildungen, welche nur noch mehr als diese die Eigenschaften der Gräten haben.

Bei *Cyprinus carpio* sitzen unter der Mitte der Neurapophysen starke solche Gräten bindegewebig an. Sie sind am größten Teil des Rumpfes nach hinten und oben gerichtet und dergestalt gegabelt, daß ihr äußerer Teil einen nach unten und vorwärts gerichteten Fortsatz abschickt. Hinten, am Schwanze, schaut die ganze Gräte nach vorwärts, es scheint jetzt nur noch der zuletzt beschriebene Fortsatz der vorderen vorhanden zu sein und sich unmittelbar an die Neurapophysen anzusetzen.

Ebenso, nur noch vollkommenere Gräten sind diese Bildungen bei *Leuciscus dobula* und bei *Chondrostoma nasus*.

In allen diesen Fällen fehlen die gewöhnlichen oberen Rippen.

Es scheint nun in der That möglich, daß die unteren Haken dieser Gräten den oberen, d. h. mittleren Rippen entsprechen, so daß, wie Meckel für *Clupea* in Beziehung auf *Esox* meint, obere (d. i. mittlere) und oberste durch Spaltung auseinander hervorgegangen wären. Es muß

sich dann der untere Haken jener Gräten der obersten Rippen nun fast an die Wirbelsäule ansetzen, was bei *Esox* am vorderen Teil derselben auch der Fall ist, oben aber muß er sich von seiner Verbindung trennen. — Bei den übrigen genannten Fischen findet der Ansatz des unteren Hakens durch Bindegewebe statt und wird bei der Präparation deshalb meist getrennt. Bei *Cyprinus carpio* geschieht dieser bindegewebige Ansatz im vorderen Teile des Rumpfes an die Rippen.

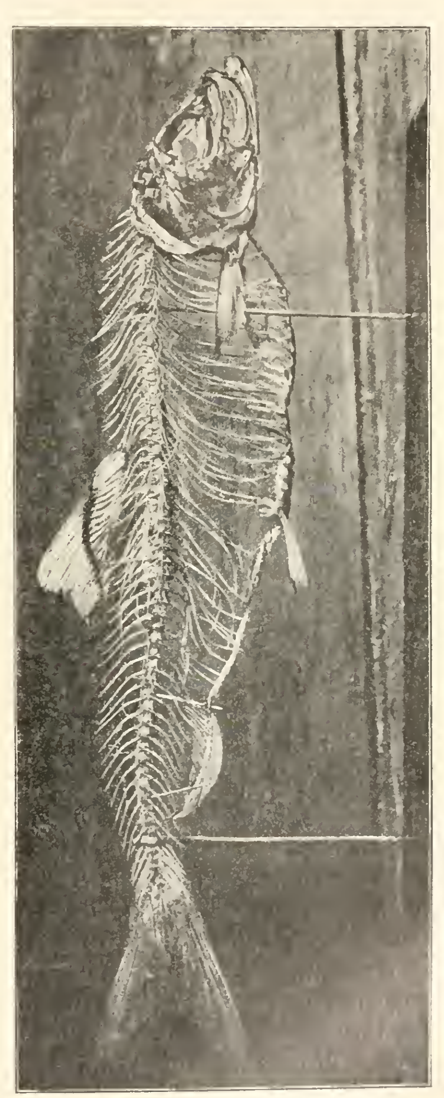


Abb. 3. Skelett von *Clupea harengus.*

Auch bei vielen anderen Knochenfischen kommen Gräten vor, welche an den echten Rippen ansitzen und welche man wegen ihrer Stärke zuweilen als untere falsche Rippen wird bezeichnen mögen. Nach dem Verhältnis bei *Cyprinus carpio*, welches sich wohl vielfach anderwärts wird nachweisen lassen, könnte man also schließen wollen, daß diese unteren falschen Rippen den mittleren anderer Knochenfische überall entsprächen und daß sie ursprünglich Abspaltungen der Gebilde seien, welche beim Hering die obersten falschen Rippen darstellen. Allein dem widerspricht die Thatsache, daß sie, was Meckel übersehen hat, gerade beim Hering ebenfalls, also neben den mittleren und obersten falschen Rippen, vorhanden sind.

Andere Thatsachen aber zeigen, daß obere falsche Rippen von der Neurapophysenseite der Wirbelsäule herabgerückt sind an die Querfortsätze oder an die wahren Rippen.

Wie bei *Pleuronectes* und *Anarrhichas*, so sitzen bei vielen anderen Fischen die oberen falschen Rippen am unteren Teil der Hämapophysenquerfortsätze und sind nur viel länger als dort, so bei *Sebastes*, *Aspro*, *Hemirhamphus*, *Exocoetus*, *Belone*.

Bei noch anderen sitzen sie an den wahren, entspringen von ihnen in deren Verlauf und werden so eigentlich zu unteren falschen Rippen. Dann können sie sich, entsprechend der Muskelwand, in welcher sie liegen, auch ähnlich den wahren Rippen nach unten und innen krümmen: stets sind sie aber stärker nach auswärts gerichtet als diese.

Am merkwürdigsten sind diese Verhältnisse bei *Lota vulgaris*. Hier sitzen an den Hämapophysenquerfortsätzen starre, kurze wahre Rippen. Über den hinteren derselben setzen sich an die Hämapophysenfortsätze falsche Rippen an. Diese rücken an den vorderen immer weiter nach unten, entspringen jetzt von den wahren Rippen selbst, je weiter nach vorn, um so mehr gegen ihr äußeres Ende, während inzwischen die Hämapophysenquerfortsätze selbst mehr und mehr geschwunden sind. Etwa im Gebiet der fünften Rippe und nahe dahinter aber, wo jene Querfortsätze noch vorhanden sind, sieht es aus, als ob jede Rippe aus drei Stücken zusammengefügt wäre.

Es ist nun für *Lota vulgaris* noch Folgendes sehr bemerkenswert. Während die Hämapophysenschenkel je weiter nach vorn, um so kürzer werden und zuletzt schwinden, werden die falschen Rippen und bis zu einem gewissen Grade auch die wahren, nach vorn immer länger und kräftiger. Die falschen werden bald viel länger, wenn auch nicht so stark wie die wahren. Es macht aber um so mehr den Eindruck, als ob sie allmählich an die Stelle der wahren treten wollten, weil diese kurz bleiben und weil die vorderste wahre sogar wieder kürzer wird, während die vorderste falsche die längste ist. Jedenfalls ergänzen nun die falschen Rippen die wahren im vorderen Teile des Rumpfes, indem sie eine Fortsetzung derselben bilden, wenn auch eine mehr nach hinten gerichtete.

Es ist ein allgemeines Gesetz der Umbildung, daß bei Knochenfischen die hinten, im Schwanzgebiet geschlossenen Hämapophysenschenkel nach vorn auseinandertreten, daß sich dann wahre Rippen an ihre Enden ansetzen und daß sie sich im vordersten Abschnitt des Rumpfes allmählich bis zum Verschwinden verkürzen, so daß die Rippen hier oft unmittelbar an die Wirbel zu sitzen kommen.

Zuweilen verschwinden die Hämapophysenfortsätze sogar schon gleich vor dem Schwanzgebiet, so z. B. bei *Chondrostoma nasus*.

In anderen Fällen aber werden sie vorn sogar länger, als sie in der Mitte sind, und stellen so einen erheblichen Teil des Rippenbogensystems dar, indem die wahren Rippen, welche sich an ihre Enden ansetzen, ihre unmittelbare Fortsetzung bilden (so bei *Silurus glanis*.)

Eine ähnliche Gesetzmäßigkeit dürfte für die falschen Rippen darin liegen, daß dieselben, aus gewöhnlichen Gräten entstehend, ihren Ansatz von den Neurapophysen allmählich nach unten verrücken, so daß derselbe an den Wirbelkörpern, dann am Ende der Hämapophysenquerfortsätze, dann auf den wahren Rippen statthaben, ja zuletzt sogar fast bis zum Rippenende hinausrücken kann (*Lota vulgaris*).

Und auch diese Umbildung ist offenbar häufig in der Richtung von hinten nach vorn vor sich gegangen. Auch bei *Sebastes* finde ich Ähnliches. Den Gang der Umbildung könnten die Cyprinoiden, z. B. der Karpfen, andeuten, wo die Verhältnisse die folgenden sind: im Schwanzgebiet liegt nicht nur der obere, sondern auch der untere Haken der anstatt mittlerer und oberer falscher Rippen vorhandenen Gräten im Bereiche der Neurapophysen — nach vorn setzt sich der untere derselben vielleicht auch in der Höhe der Wirbelkörper an — es ist hier genauere Untersuchung nötig — im Gebiet des Rumpfes, der wahren Rippen aber setzt sich der obere Haken tiefer unten an die Neurapophysen an als hinten, der untere aber setzt sich mit seiner bindegewebigen Fortsetzung (Karpfen von 45 cm Länge) an die Rippen an. Würde sich dieser untere Haken vom oberen trennen, so hätten wir mittlere falsche Rippen, welche sich an die wahren Rippen ansetzten, und oberste falsche, welche an den Neurapophysen säßen.

Es rücken nun aber nicht immer die falschen Rippen, welche an den wahren sitzen, je weiter nach vorn um so mehr gegen das äußere Ende der letzteren hin, wie dies bei *Lota vulgaris* der Fall ist.

Häufig sitzen sie vielmehr hinten wie vorn an derselben Stelle an, so z. B. bei *Exocoetus evolans* an der Spitze der Hämapophysenquerfortsätze, ähnlich bei *Anarrhichas* u. a., bei *Trutta fario* u. a. an der Wurzel der Neurapophysen. Bei *Labrax lupus* aber sitzen, umgekehrt wie bei *Lota vulgaris*, die hinteren falschen Rippen weiter unten an den wahren, die vorderen weiter oben, die vordersten an den vorderen Wirbeln selbst.

Die an den wahren Rippen ansitzenden falschen sind bei *Labrax* außerordentlich kräftig, besonders die vordersten sind so stark wie starke wahre Rippen vieler anderer Knochenfische.

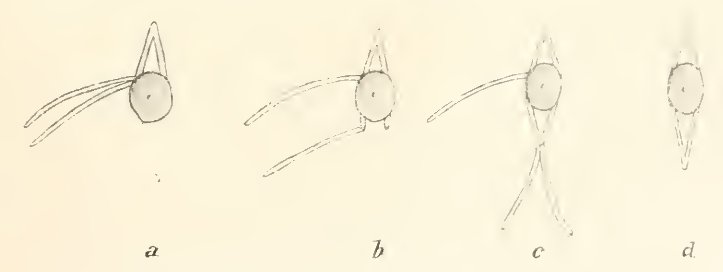


Abb. 4. Schema des Verhaltens der wahren und falschen Rippen bei *Thynnus* *a* vorn, *b* Mitte, *c* und *d* hinten.

Beim Thunfisch sitzen die falschen Rippen an den Wirbelkörpern. Die hinteren sind kurz und stehen quer und nach rückwärts ab; die vorderen sind lang, mehr und mehr entsprechend den wahren, gebogen und rücken mit der Ansatzstelle auf den Anfang der letzteren, also wiederum ähnlich wie bei *Lota vulgaris*.

Die stärksten und längsten an den Wirbelkörpern bezw. an der Wurzel der Neurapophysen sitzenden falschen (oberen bezw. mittleren) Rippen finden sich bei den Salmoniden.

Nicht ganz richtig ist es endlich, wenn Meckel sagt, es kämen zwar untere Rippen ohne die oberen vor, aber nicht umgekehrt.

Wenigstens sind nach einem Skelette unserer Sammlung bei *Uranoscopus scaber* nur falsche Rippen vorhanden, von welchen fünf noch an Wirbeln sitzen, welche schon Hämapophysen tragen.

So haben wir unter den falschen Rippen Übergänge von den feinsten Gräten bis zu kräftigen rippenartigen Bildungen; ihr Ansatz rückt sich von den Neurapophysen bis fast an die Enden der wahren Rippen und hier, bei *Lota vulgaris*, stellen sie den wahren Rippen entsprechend gebogene, wenn auch etwas nach rückwärts gerichtete Spangen dar.

Sie scheinen hier physiologisch Hilfsrippen der wahren Rippen geworden zu sein, ebenso bei *Labrax lupus*, wo sie, soweit sie wahren Rippen ansitzen, in gleicher Weise gebogen und schief nach hinten und unten gerichtet sind.

Von *Polypterus bichri* sagt Meckel, es sitzen bei ihm »vorn an den Körpern, hinten an der unteren Fläche der Querfortsätze, überall vor, nirgends über den unteren Rippen andere, welche den gewöhnlichen oberen Rippen entsprechen«.

Dieser Satz muß als unrichtig bezeichnet werden.

Es setzen sich bei *Polypterus* an die Enden der Querfortsätze zunächst querstehende starke Knochenstäbe, etwa von der dreifachen Länge der Querfortsätze an. Dieselben sind obere (falsche) Rippen. — Im vorderen Teil des Rumpfes treten vor ihren und von ihrer Wurzel, weiter hinten unter ihnen und von ihrer Fläche nahe der Wurzel, weiter hinten hinter ihnen und immer mehr nahe ihrem äußeren Ende und zuletzt an demselben sich ansetzend, dünnere Knochenfortsätze auf, welche vorn ganz kurz sind, dann, während die oberen Rippen und die Querfortsätze sich verkürzen, länger und eine Strecke weit sehr lang und rippenartig gebogen werden. Am Schwanze werden sie wieder kürzer und zuletzt treten an ihre Stelle, nachdem die Querfortsätze ganz verschwunden sind, geschlossene Hämapophysen. Sie sind untere, wahre Rippen, welche also zum Teil an den Querfortsätzen sitzen. Sie sind untere wahre Fischrippen, während die oberen den Querfortsätzen ansitzenden wagrechten falschen Fischrippen wohl den wahren Rippen der höheren Wirbeltiere entsprechen — dieselbe Ansicht, zu welcher schon vor 30 Jahren August Müller, dann Stannius und Gegenbaur und neuerdings — entgegen u. a. Wiedersheim — Hatschek gelangt ist.

Bevor ich einiges über die wahren Rippen noch anführe, muß ich zu dem Fall vom Hering zurückkehren, wo außer den in unserem (nicht in Götte's, vergl. später) Sinne wahren Fischrippen dreierlei falsche Rippen vorhanden sind, wie das Owen in seiner Wirbeltieranatomie schon richtig beschreibt. Die hier zusammen vorkommenden Arten von Fischrippen sind nach Owen überhaupt zu unterscheiden, und er belegt sie mit besonderen Namen[1].

[1] R. Owen, Anatomy of Vertebrates Vol. I. 1866 S. 43.

Owen sagt, das »Gesetz der vegetativen Wiederholung« äußere sich bei den Knochenfischen »in den zahlreichen Mittelpunkten der Verknöcherung, von welchen knöcherne Strahlen ausgehen«, Intermuskularaponeurosen verstärkend. Sitzen sie an den Neurapophysen, so nannte Owen sie epineural, an den Wirbelkörpern epicentral, an den Rippen epipleural, obschon alle drei den Platz in der Reihe der Wirbel verändern können, indem sie weiter oben oder weiter unten ansitzen. Die letzteren hat man beim Hering obere Rippen genannt. Bei *Polypterus* sind sie stärker als die unteren. Bei *Esox* und *Thymallus* sind epineurale und epicentrale vorhanden, bei *Cyprinus* epineurale und epipleurale. Bei *Perca* und *Gadus* ist nur die mittlere Reihe vorhanden, stufenweise von den Parapophysen zu den Pleurapophysen übergehend, bei *Salmo* nur die obere.

Ich sagte, daß die

b) **unteren (wahren) Rippen** bei Cyprinoiden nach hinten in Gräten übergehen. Es handelt sich in diesen Gräten um die letzten wahren Rippen, welche fast reifenartig oder wenigstens entsprechend den vorderen gestellt sind. Außerdem sitzen hier im Schwanzgebiet und im hintersten Rumpfabschnitt an der Wurzel der geschlossenen und — weiter vorn — der auseinandergetretenen Hämapophysen, mehr oder weniger durch Vermittlung bindegewebigen Anfangs, Gräten an, ähnlich wie solche oberhalb der Wirbelsäule an den Neurapophysen ansitzen. Sie sind wie jene zuerst nach hinten, am hinteren Teil des Schwanzes aber nach vorn gerichtet. So sind die Verhältnisse bei *Leuciscus dobula*. Bei der Nase (*Chondrostoma nasus*) sind diese Gräten nach unten gabelig geteilt, ähnlich den über der Wirbelsäule gelegenen, und sitzen nicht an der Wurzel der Hämapophysen, sondern weiter unten an. Erkennt man in jenen oberen Gräten Anfänge von falschen Rippen, so muß solches auch für diese unteren gelten.

Sehr merkwürdige Verhältnisse bietet der Thunfisch, *Thynnus vulgaris*. Hier sitzen am vordersten Teile des Rumpfes unter den beschriebenen langen, nach außen und hinten gerichteten falschen Rippen an den Enden von Hämapophysenstümpfen gebogene wahre Rippen, nicht dicker als jene, wie die falschen meist fast grätenartig dünn (an einem kleinen Thunfisch von etwa 45 cm Länge). Schon am achten Wirbel schließen sich die Hämapophysen und jetzt gehen die vorher als wahre Rippen die Bauchhöhle umfassenden Rippenbildungen in lange, nach abwärts gerichtete, vom vierzehnten Wirbel an aber plötzlich in mehr nach hinten gerichtete grätenartige Stäbe über, am 14., 15, 16. Wirbel auch getrennt, nur oben vereinigt an die langen Hämapophysendorne sich ansetzend, weiter hinten von diesen kaum mehr unterscheidbar, mit ihnen einfache Stäbe bildend, an welche sich die Afterflossenstrahlen ansetzen.

Ähnlich wie bei *Thynnus* verhalten sich die unteren Rippen vorn und hinten bei *Thyrsites*.

Ganz grätenartig dünn sind auch die unteren Rippen bei verschiedenen Knochenfischen. So verhalten sie sich beim Hering. Hier sind

auch die Neurapophysen grätenartig lang und dünn, und was zuerst Fickert beobachtet hat, die vorderen derselben bleiben in zwei Schenkel gespalten, sind nicht geschlossen.

Abgesehen davon haben wir also auch bei den wahren Rippen alle Übergänge von feinsten, grätenartigen Bildungen bis zu festen, starken Rippen und zwar in manchen Fällen in der Richtung von hinten nach vorn, in anderen in der Gesamtheit der Rippen.

Ferner wurde schon als allgemeine Gesetzmäßigkeit für die Knochenfische hervorgehoben, daß die hinten am Schwanze geschlossenen Hämapophysenschenkel im Rumpfe auseinandertreten, daß sich an ihren Enden die Rippen ansetzen, daß sie sich weiter vorn allmählich verkürzen, bis sich vorne die Rippen an die Wirbelkörper selbst ansetzen.

Die Hartflossenstrahler haben im allgemeinen angegliederte, bewegliche Rippen, die Weichflossenstrahler fest mit der Wirbelsäule verbundene.

Die wahren Fischrippen gliedern sich also fast immer an die auseinandergetretenen Hämapophysenschenkel oder, wenn diese zurückgebildet sind, an die Wirbelkörper selbst an.

Die Rippen der höheren Wirbeltiere, welche physiologisch den wahren Fischrippen entsprechen, gliedern sich dagegen an die Querfortsätze oder, wenn keine solchen vorhanden sind, an ihrer Stelle an die Wirbelkörper oder oberen Bogen an. Sie haben eher Beziehungen zu den oberen Bogen und entsprechen somit mehr den oberen oder falschen Rippen der Fische: sie sind offenbar mit gewissen Formen der letzteren homolog. Schon August Müller hat erklärt, daß es die Seitengräten seien, welche den Rippen der höheren Wirbeltiere für homolog erachtet werden müßten. Allein es geht aus Vorstehendem hervor, daß auch die wahren Rippen der Fische untereinander nicht überall homolog sind, indem sich nicht alle an Hämapophysen oder an deren Stelle an die Wirbelkörper ansetzen.

Bauchrippen. Beim Hering sind auch Bauchrippen vorhanden, ebenso grätenartig dünn wie die Neurapophysen, die Hämapophysen und die verschiedenen Rippen. Die Knochenschuppen des sogenannten falschen Brustbeins ziehen sich jederseits in gräten- bezw. rippenartige Verlängerungen aus, welche nach aufwärts den Rippen entgegenstreben.

Diese Bauchrippen verhalten sich ihrer ganzen Beschaffenheit nach wie die übrigen wahren und falschen Rippen des Herings — sie sind grätenartig dünn. Aber es entstehen dieselben, obwohl ihre oberen Spitzen den unteren der wahren Rippen entgegengerichtet sind, nicht wie diese in Bindegewebsscheidewänden der Muskeln, sondern sie sind, wie das sogenannte Brustbein der Heringe, Hautverknöcherungen, sie liegen als Fortsetzungen dieser, gleich ihnen, in der Lederhaut.

Dagegen entstehen die Bauchrippen der Krokodile in den Bindegewebsquerscheidewänden der Bauchmuskulatur, welche den Inscriptiones tendineae entsprechen.

Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, daß diese Bauchrippen der Krokodile ebenso entstehen wie die wahren Rippen, die übrigen rippenähnlichen Bildungen und die Gräten der Fische.

Alle entstehen in gleicher Weise in den bindegewebigen Zwischenblättern der Muskeln. Alle sind in letzter Linie (abgesehen von knorpeligen Zwischenstufen) Bindegewebsverknöcherungen. Dies gilt aber auch für die Rippen der höheren Wirbeltiere. Nur sind die letzteren anderen Teilen angegliedert, als zumeist die wahren Fischrippen.

Auch bei *Hatteria* und bei anderen ausgestorbenen Rhynchocephalen, sowie bei ausgestorbenen Reptilien, wie *Ichthyosaurus*, *Nothosaurus*, *Plesiosaurus*, Pterosauriern, ferner bei ausgestorbenen, den Reptilien nahestehenden Tieren, bei Dinosauriern (*Poikilopleuron*, *Compsognathus*) kamen Bauchrippen vor.

Bestätigung der von mir vertretenen Auffassung der Rippen durch die Untersuchungen dritter und weitere Begründung der ersteren. Schon im Jahre 1853 hat August Müller[1]) auf vergleichend-anatomischem Wege, und zwar unter Zuhilfenahme der Lagerung der Knochenteile zur Muskulatur, eine Auffassung in der Rippenfrage gewonnen, welche der im Vorstehenden vertretenen im wesentlichen entspricht. Wenn ich hervorhebe, daß ich selbständig und allein durch vergleichende Betrachtung des Skelettes zu dieser Auffassung gelangt bin, so will ich damit nur sagen, daß die rein vergleichend-anatomische Behandlung der Dinge doch nicht so von der Hand zu weisen ist, wie das neuerdings von seiten der Embryologen so gern geschieht. Es soll damit dem Verdienste der embryologischen Untersuchung Götte's nicht zu nahe getreten werden, noch weniger denen Hatschek's und Rabl's[2]), welche besonders auf Grund der Betrachtung der Muskeln zu demselben Ergebnis gekommen sind, wie auch neuestens G. Baur (Chicago)[3]).

Schon A. Müller hat, wie Baur zusammenfaßt, gefunden, daß:

1) die unteren Bögen am Schwanz der Wirbeltiere einander homolog sind,
2) bei den Fischen die unteren, unmittelbar am peritonealen Bindegewebe gelegenen Rippen den unteren Bögen homolog sind,
3) die Rippen der höheren Wirbeltiere den Seitengräten der Fische homolog sind,
4) bei den Fischen schiefe Rückengräten in der oberen und ebensolche Bauchgräten in der unteren Muskulatur vorkommen.

»Die Seitengräte liegt in dem seitlichen, der Länge nach verlaufenden Zwischenmuskelbande, welches den Dorsalteil des Stammmuskels vom Ventralteile scheidet, also in der seitlichen Mittellinie.« Die Rippen der Amphibien und höheren Wirbeltiere entsprechen nach ihm den Seiten-

---

1) August Müller, Beobachtungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule. Müller's Archiv 1853.

2) Karl Rabl, Theorie des Mesoderms, Morph. Jahrb. Bd. XIX. Okt. 1892.

3) G. Baur, Über Rippen etc. Anatom. Anzeiger Bd. IX, S. 116—120.

gräten von *Polypterus* und der übrigen Fische bezw. sind mit denselben homolog. »Die schiefen Gräten (die nur bei Fischen vorkommen) liegen in den quer gehenden Ligg. intermuscularia des Seitenmuskels. Die schiefe Rückengräte liegt über der seitlichen Mittellinie im Dorsalteil des Seitenmuskels, die schiefe Bauchgräte unter dieser Linie im Ventralteile.«

Auch Götte stellte (gegenüber Gegenbaur) die Ansicht auf, daß die Rippen der höheren Wirbeltiere und der Fische nicht homolog seien, aber er erklärt die Rippen fälschlich für Abgliederungen der Querfortsätze, bezw. der Neurapophysen oder der Hämapophysen, wie auch Gegenbaur that[1]. Hatschek wies, entsprechend jener Auffassung, darauf hin, daß die (wahren) Rippen der Fische eine andere Lage zu den Muskeln haben, als bei den übrigen Wirbeltieren. Hier liegen sie zwischen der Rücken- und Bauchmuskelplatte, bei den Fischen unter der letzteren. Die Hämapophysen aber, welche bei Amphibien und Amnioten häufig hinten, insbesondere am Schwanze vorkommen, entstehen in derselben Lage wie die Rippen der Fische und werden daher für homolog mit denselben angesehen[2].

Hatschek hat auf dieser Grundlage die Annahme von A. Müller, Stannius und Gegenbaur bestätigt, nachdem Götte auf Grund der Entwicklungsgeschichte zu dem Schluß gekommen war, daß die zwischen den Hälften der Stammmuskeln gelegenen Fleischgräten als die »wirklichen Rippen« der Knochenfische angesprochen werden müßten.

Wenn sie auch nicht die wirklichen Fischrippen — ich komme auf diese Behauptung zurück — sind, so werden doch die zwischen der oberen und unteren Muskulatur gelegenen mehr oder weniger gräten- oder rippenartigen Hartgebilde der Fische morphologisch insofern den Rippen der höheren Wirbeltiere gleichwertig sein, als sie in denselben Bindegewebsscheidewänden wie diese entstehen, während die wahren Fischrippen nicht zwischen jenen Muskellagen, sondern unterhalb derselben ihren Ursprung nehmen.

Auf Grund

1) der Beziehungen zwischen Rippen und Gräten bei Knochenfischen und zwar
   - des Übergangs von Rippen in Gräten nach hinten an der Wirbelsäule,
   - der Unmöglichkeit, auch in vielen anderen Fällen eine Grenze zwischen Rippen und Gräten festzustellen;
2) der Thatsache, daß die Rippen bei den Fischen an ganz verschiedene Teile der Wirbelsäule angegliedert sein können;
3) daß sie hier meistens anders angegliedert sind als bei den höheren Wirbeltieren;

---

1) Götte, Entwicklungsgeschichte der Unke. 1875.

2) Hatschek in »Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft zu Berlin 1889«. Jena, G. Fischer 1889.

4) daß sie auch als unmittelbare Verlängerungen von Wirbelfortsätzen bei Fischen erscheinen können, welche in anderen Fällen nur Gräten darstellen;
5) der Thatsache, daß bei Knochenfischen einer und derselben Art sogar verschiedene Bildungen vorkommen können, welche man mit gleichem Recht physiologisch und anatomisch als Rippen bezeichnen darf;
6) der Thatsache, daß Querfortsätze mit Rippen und Hämapophysen nebeneinander vorkommen;
7) der Thatsache des Vorkommens von Bauchrippen;
8) der Thatsache der gesetzmäßigen Umbildung von Bindegewebe in Knorpel und Knochen und der verschiedenen Stufen dieser Umbildung bei Gräten und Rippen;
9) zahlreicher im Folgenden aufzuführenden Thatsachen von Wandelbarkeit in der Gestaltung, Erhaltung und Vermehrung der Rippen bei verschiedenen Wirbeltieren und der Ursachen, welche mir dabei maßgebend erschienen,

auf Grund all dieser Verhältnisse kam ich zu dem Schlusse, daß die Rippen ohne notwendig bestimmte Beziehung zur Wirbelsäule im Bindegewebe, d. h. in den Bindegewebsscheidewänden zwischen den Muskeln entstehen können, daß sie nicht abgegliederte Hämapophysen (Gegenbaur) oder abgegliederte Querfortsätze oder Hämapophysen (Götte) sein werden, sondern selbständige Bildungen, welche sich an Querfortsätze oder Hämapophysen oder auch unmittelbar an Wirbelkörper oder an Neurapophysen werden angliedern oder frei bleiben (Bauchrippen), während sie in noch anderen Fällen als unmittelbare Fortsetzung von Wirbelfortsätzen (z. B. Querfortsätzen) werden auftreten können.

Wie Hämapophysenschenkel, welche bei Fischen im Schwanze geschlossene untere Bogen bilden, im Brustraume wegen der Ausdehnung desselben sollten abgegliederte Hämapophysenschenkel geworden sein, erscheint physiologisch nicht erklärlich, zumal es sich in den Rippen der Fische nicht um Teile handelt, welche bei der Atmung oder sonstwie aus- und einwärts rasch bewegt werden.

Daß die Rippen in denselben Bindegewebsblättern entstehen wie die Querfortsätze und oberen und unteren Bogen, erscheint selbstverständlich. Daß Rippen und Querfortsätze bei den höheren Wirbeltieren gesondert und diese kräftiger als jene gebildet werden, läßt sich verstehen wegen der Ausbildung einer eigenartigen Rückenmuskulatur bei den höheren Wirbeltieren gegenüber den Verhältnissen bei den meisten Fischen.

Alle diese Thatsachen und Vorstellungen widersprechen nicht nur der Annahme Götte's, daß die Rippen der höheren Wirbeltiere abgegliederte Querfortsätze seien, sondern auch der anderen, dieselbe voraussetzenden, daß sie im Zusammenhang mit den Querfortsätzen von vornherein entstanden, als Fortsetzungen derselben von den Wirbeln aus nach außen gewachsen seien.

Ein solcher Zusammenhang kann, meiner Ansicht nach, ursprünglich gegeben sein (manche Knochenfische), aber dann bleibt er bestehen, dann sind die Rippen verlängerte Querfortsätze und gliedern sich nicht ab.

Bei seiner Auffassung und Darstellung ging Götte nun, soviel ich aus seinen Äußerungen schließen kann, überhaupt nur von dem ursprünglichen, aber doch selbstverständlichen Bindegewebs- bezw. Mesodermzusammenhang von Querfortsätzen und Rippen aus. Es ist aber doch vielmehr bei der Behandlung der Frage auszugehen von dem Beginn der Verknorpelung und Verknöcherung von Rippen und Querfortsätzen, und diese erfolgen doch gesondert; und es bleibt nur nachträglich eine bindegewebige Gliederung zwischen beiden.

So schließen auch Hasse und Born[1]) nach den Untersuchungen und Angaben von Bruch[2]) und Kölliker[3]) über Säuger und von Fick[4]) über Tritonen, »daß keine der bisherigen Ansichten für diese Tiere stichhaltig ist, sondern daß die Rippen selbständige Bildungen des intermuskulären Bindegewebes der Myomeren sind, die erst mit dem fortschreitenden Wachstum mit dem Achsenskelett und zwar mit den gleichfalls selbständig entstehenden Querfortsätzen in Verbindung treten«.

Wenn, so meinen Hasse und Born, C. K. Hoffmann[5]) frühere Entwicklungsstufen von Schildkröten und Krokodilen untersucht hätte, so würde er zu denselben Ergebnissen gekommen sein, wie denn ersterem auch *Monitor* den Hoffmann'schen ganz entsprechende Bilder geliefert habe. »Damit ist es uns denn auch trotz mangelnder eigener Untersuchungen im höchsten Grade wahrscheinlich geworden, daß auch bei den Fischen die Entstehungsweise der Rippen die gleiche ist und daß somit eine vollkommene Homologie dieser wichtigen Bildungen in der Wirbeltierreihe vorhanden«. Die Rippen entstehen etwas später als die oberen und unteren Bogen selbständig in den Zwischenräumen zwischen den Myomeren und verbinden sich wie jene »gegen die Chorda wachsend direkt oder indirekt entweder mit den Hämapophysen oder mit den Neurapophysen. Die Verbindung mit den Hämapophysen (Fische) möchte dabei als der primäre Zustand, die Verbindung mit den Neurapophysen (Amphibien, Saurier, Vögel und Säuger), sei dieselbe intervertebral (primärer Zustand) oder vertebral (abgeleiteter Zustand), als der sekundäre anzusehen sein. Dem Letzteren zufolge hätte also, immer die gleiche Entstehung der Rippen bei den Fischen wie bei den höheren Tieren vorausgesetzt, die Gegenbaur'sche Anschauung von dem allmählichen Emporrücken der Rippenbildungen ihre Berechtigung«.

---

1) C. Hasse und Born, Bemerkungen über die Morphologie der Rippen. Zoolog. Anzeiger 1879 No. 21.

2) Vergl. Bruch, Unters. üb. d. Entw. d. Gewebe. 2. Lief. Frankfurt a. M. 1863 u. 1867.

3) Kölliker, Entwicklungsgeschichte. 2. Aufl. 1879.

4) Fick, Sitzungsber. d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur, naturw. Sektion. Sitzung v. 26. Juni 1878.

5) C. K. Hoffmann, Beitr. zur vergl. Anat. d. Wirbeltiere, IX. Zur Morphol. d. Rippen. Niederländ. Archiv f. Zoologie Band IV. 1877—78. S. 199 ff.

Mit Beziehung auf die selbständige Anlage der Rippen sagen HASSE und BORN weiter: »Während aber bei den Amphibien, wie FICK nachgewiesen und GÖTTE bestätigt hat, das allmähliche Fortschreiten der Verknorpelung gegen die Wirbelsäule hin leicht zu verfolgen ist, ist dies bei den Amnioten viel schwieriger, denn man findet das ganze Blastom rasch in seiner ganzen Länge verknorpelt; entscheidend aber bleibt, daß diese knorpelige Rippe niemals knorpelig, sondern immer nur bindegewebig mit Wirbelbestandteilen verbunden erscheint.« Es ist also durchaus ungerechtfertigt, wenn GÖTTE[1]) »einem ursprünglichen kontinuierlichen Zusammenhang der Rippen mit Achsenskelettanlagen ..... das Wort redet. Ebensowenig wie man von oberen und unteren Bogen reden wird, solange nicht die ersten Knorpelelemente in dem dorsal und ventral von der Chorda befindlichen Bildungsgewebe auftreten, ebensowenig wird man von Rippen sprechen dürfen, solange nicht in dem Blastom des Intermuskularraumes sich Knorpelzellen differenzieren. Andernfalls müßte man das ganze Intermuskulargewebe als Rippe bezeichnen, und das würde zu Ungeheuerlichkeiten führen, da aus und in demselben sich noch andere Elemente, Gefäße, Nerven etc. bilden«.

In dieser Beziehung war ich zu Ansichten gelangt, welche denjenigen von HASSE und BORN entsprechen, schon bevor ich dieselben genauer gelesen hatte. Aber in einem Punkte, und zwar in einem sehr wesentlichen, weiche ich von ihnen ab.

Von einer »vollkommenen Homologie der Rippen in der Wirbeltierreihe« kann meiner Meinung nach nicht die Rede sein, an ein allmähliches Gewandertsein derselben nach oben, von den Hämapophysen zu den Neurapophysen kann zum Zweck der Erklärung der Verschiedenheit der Verhältnisse bei Fischen und höheren Wirbeltieren nicht gedacht werden. Die Rippen sind nicht einmal unter den Fischen selbst homolog, noch weniger sind sie es bei Fischen und den höheren Wirbeltieren. Sie haben nur eben das Gemeinsame, daß sie aus den bindegewebigen Zwischenräumen der Muskelblätter hervorgegangen sind.

Zu welchen Ungeheuerlichkeiten, um den Ausdruck HASSE's zu gebrauchen, die herrschende, ausschließlich morphologische und besonders embryologische Behandlung vergleichend-anatomischer Fragen führen kann, welche ihre einzige Aufgabe darin sieht, Homologien aufzustellen, zeigt in ganz hervorragendem Maße die Ansicht, zu welcher GÖTTE gerade über die Rippe gelangt. Es kommt derselbe zu dem Ergebnis[2], daß diejenigen Wirbelanhänge, welche man bisher als Rippen betrachtet hat, deshalb, weil sie bloß dem oberen und unteren Bogensystem angehören, »wirkliche Rippen nicht enthalten«. Und so stellt er ernsthaft die Frage auf: »Fehlen nun Rippen den Teleostiern thatsächlich? Antwort: Die einzigen wirklichen Rippen der Teleostier sind »Fleischgräten«, welche zwischen den Hälften der Stammmuskeln liegen und mit ihren medialen Enden an die Wirbelbogenbasen oder die Bogen selbst sich anfügen und

[1] Vergl. auch: Archiv f. mikr. Anat. Bd. 15 u. 16. [2] Lnke S. 435.

welche früher als obere oder äußere Rippen, in neuerer Zeit aber als rein accessorische Skelettteile bezeichnet wurden[1]).

Nach meiner Auffassung sind also die Rippen als selbständige Verknöcherungen von zwischen den Muskelmetameren gelegenen Bindegewebsscheidewänden zu betrachten, entsprechend den Gräten, welchen sie deshalb homolog sind.

Es gilt dieser Satz für die ursprüngliche Entstehung der Rippen der Lungen besitzenden Wirbeltiere ebensowohl wie für die der Fische. Auch jene müssen ursprünglich aus grätenartigen Bildungen entstanden sein.

Die Ursachen der Verknöcherung sind dieselben, welche wir auch sonst in den Fällen meist annehmen müssen, in welchen mechanische Reize nicht als solche anerkannt werden können: die Bindesubstanz zeigt die Neigung, mit der Zeit zu verknöchern, wohl teilweise auf Grund einer allmählichen Änderung der den Körper zusammensetzenden Stoffe an sich, also als Alterserscheinung des Bindegewebes, teilweise vielleicht auch auf Grund von Änderung der Ernährung.

Mechanische Ursachen — Verschiebung der Muskelblätter aneinander — mögen jene Neigung befördern, veranlassen, daß sie gerade in den betreffenden Bindegewebsscheidewänden zum Ausdruck kommt.

Bei den Fischen entstehen wahre Rippen in denjenigen Bindegewebsblättern, welche am meisten der Verschiebung ausgesetzt sind; noch mehr ist dies von den höheren Wirbeltieren zu sagen.

Starke, rippenartige Gräten entstehen in besonders starken Bindegewebsscheidewänden der Muskelmetamere.

Allein es sind, wie im Folgenden erörtert werden soll, korrelative Ursachen für die Entstehung von Gräten und Rippen ganz besonders in Anspruch zu nehmen.

Die Rippen, so früh sie in der Wirbeltierreihe auftreten, sind somit in dem Sinne neue Knochen, daß sie erst im Laufe der Zeit die rein bindegewebige Abgliederung des Wirbeltierkörpers, wie sie beim *Amphioxus* noch besteht, in den Seitenwänden dieses Körpers ersetzt haben, wie sie denn, nach den Eigenschaften der niedersten Fische zu schließen, erst nach der Entstehung einer festen Wirbelsäule entstanden sind.

Daß bei den meisten Wirbeltieren breite, mit den Wirbeln in Zusammenhang stehende Querfortsätze vorhanden sind, wird mit der Ausbildung und dem Ansatz der kräftigen Rückenmuskeln zusammenhängen.

Vorkommen und Fehlen der Rippen bei verschiedenen Wirbeltieren und deren Ursachen. Vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte lehren, daß Rippen am Skelett vielfach im Laufe der Zeiten zurückgebildet wurden oder geschwunden sind oder daß sie in anderen Fällen gar nicht zur Entstehung gelangen.

Oft haben unter nahverwandten Wirbeltieren die einen Rippen, die anderen nicht.

[1]) Gegenbaur, Grundzüge d. vergl. Anatomie. 2. Aufl. 1870.

Wir möchten hier die Frage berühren, welche Ursachen diesen Verhältnissen wohl zu Grunde liegen, eine Frage, welche kaum je gestreift worden ist.

Besonders auffallend ist das Zurücktreten der Rippen bei den Säugern, so auch bei den Affen und beim Menschen, dagegen ihre Vermehrung bei den gliedmaßenlosen Echsen und bei den Schlangen.

Bei den Säugern finden sich Rippenreste noch am Halse, ebenso im Embryo an den Lendenwirbeln und am Kreuzbein.

WIEDERSHEIM[1]) meint, der Gedanke liege nahe, daß, da beim Menschen mit einer Verlegung des Schwerpunktes nach der dorsalen Seite des Körpers eine Entlastung der ventralen eintreten mußte, die Rippen in der Lendengegend hier in Wegfall kommen konnten.

Die Druckwirkung der Eingeweide erzeugte jetzt Verbreiterung der Darmbeinschaufeln, wie sie sonst bei keinem Tier in so hervorragender Weise vorhanden ist. Und zwar ist die Verbreiterung aus entsprechenden Ursachen beim Weibe größer.

»Von demselben Gesichtspunkte aus (Verlegung des Schwerpunktes von der dorsalen Seite) läßt sich auch verstehen, warum gerade die vertebralen Enden der untersten Rippen am zähesten im Organismus haften . . . . . . Handelt es sich doch gerade dort um jene mächtigen, im Interesse der Statik und Mechanik des Achsenskeletts wichtigen Muskelmassen, welche jene Rippen zu Ursprungs- und Ansatzpunkten benutzen« . . . . Vor allem begünstigen ihre Fortexistenz bis zu einem gewissen Grade noch die Ansätze des M. serratus posticus inferior und latissimus dorsi, sagt WIEDERSHEIM weiter.

Diesen Gesichtspunkt hat schon GEGENBAUR[2]) in seiner im Jahre 1888 erschienenen Anatomie des Menschen geltend gemacht, den anderen, die Bedeutung der Eingeweide betreffenden, dagegen verworfen. GEGENBAUR sagt, die Sonderung der Wirbelsäule in verschiedene Abschnitte sei abhängig von den Beziehungen zu den Gliedmaßen: »indem die oberen Gliedmaßen dem Brustabschnitte angefügt sind und für die . . . . . weitere Ausbreitung ihrer Muskulatur eine bedeutendere Anheftungsfläche erfordern, bleiben am Brustabschnitte die Rippen erhalten« . . . . Ursprünglich bestand Gleichartigkeit noch beim Neugeborenen[3]).

Auch das Vorkommen überzähliger Rippen weist auf frühere größere Rippenzahl beim Menschen hin. Oben sind sie seltener als unten vorhanden. Die dreizehnte ist aber dann sehr verschieden groß. Der Orang hat ebenfalls 12 Rippen, Gorilla und Schimpanse haben in der Regel 13, *Hylobates* 13—14.

Kommt eine obere 13. Rippe beim Menschen vor, so sind nur 6 Halswirbel vorhanden, wie in demselben Falle bei *Choloepus* und *Manatus*; kommt eine untere 13. vor, nur 4 Lendenwirbel, wenn nicht das Kreuzbein um einen Wirbel zurückgerückt ist. Denn die beim Embryo stets angelegte 13. Brustrippe beginnt immer eine Rückbildung einzugehen, wenn der 25. präsacrale Wirbel vom Kreuzbein assimiliert wird. (WIEDERSHEIM).

---

1) WIEDERSHEIM a. a. O.

2) K. GEGENBAUR, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig. Engelmann 1888. S. 133.

3) Ebenda S. 134.

Die Entwicklungsgeschichte zeigt Rippenanlagen bekanntlich nicht nur an allen Lendenwirbeln, sondern auch an den Kreuzwirbeln, das Becken der Wirbeltiere wird also, sagt WIEDERSHEIM, »eigentlich von Rippen, welche in den Massae laterales des Kreuzbeines aufgegangen zu denken sind, getragen«.

Auch die erwähnte Halsrippe wird, wie auch noch eine zweite, im Bereich des 6. Halswirbels gelegene, embryonal noch angelegt, die fünf vorderen nicht mehr, diese sind nur noch durch die vorderen Spangen der Querfortsätze der Halswirbel vertreten.

Die unterste Halsrippe reicht öfters bis zum Manubrium sterni, verbindet sich aber meist durch ihren Knorpel vorher mit der 1. Brustrippe. (Ohne solche Verbindung ist nur ein Fall bekannt. P. ALBRECHT.) Zuweilen ist ihr mittlerer Teil bindegewebig oder er fehlt. Aber auch dann sind die zugehörigen Zwischenrippenmuskeln vorhanden (LEBOUCQ). Ihr Vorderende kann mit der 1. Brustrippe durch Gabelung wie bei manchen Cetaceen (E. VAN BENEDEN) oder durch Bindegewebe verbunden sein.

Zahlreiche Fälle von Verkümmerung weisen darauf hin, »daß auch beim Menschen die erste Brustrippe bereits ins Schwanken gekommen ist«, ähnlich wie bei *Bradypus*-Arten 9 oder 8 Halswirbel vorhanden sind. Aber es sei anzunehmen, daß die Rückbildung oben langsamer vor sich gehe, denn auch die 11. und die 12. Rippe sind beim Menschen entschieden in Rückbildung begriffen. Es spricht sich dies schon in ihren schwankenden Größenverhältnissen aus. Die 12. ist von viel verschiedener Länge als die 11. Beide erreichen nicht mehr den Rippenbogen, und es fehlen ihnen (auch zuweilen schon der 8.—10.) die Tubercula und dadurch eine richtige Gelenkverbindung. Aber entwicklungsgeschichtlich ist eine solche an der 11. Rippe noch vorhanden.

Daß früher die unteren Rippen bis zum Brustbein gereicht haben, dafür spricht die Thatsache, daß der Schwertfortsatz aus zwei von dem 8. (oder auch dem 9.) Rippenpaar abgeschnürten Knorpeln hervorgegangen ist. Aber es kann auch die 8. Rippe das Brustbein beim Erwachsenen erreichen.

8—10 Brustrippen finden sich noch bei Affen; beim Menschen sind dagegen nur 6 Brustrippen vorhanden — also auch hier zeigt sich ein Zurückweichen. Dann läuft der Schwertfortsatz in zwei Zinken aus, den Enden des 7. Rippenpaares entsprechend. Ursprünglich müssen sich in der ganzen Wirbeltierreihe so viele Rippen mit dem Brustbein verbunden haben, als jetzt noch Rippen mit ihren Enden in gegenseitiger Verbindung getroffen werden.

Wenn eine 13. Rippe vorhanden ist, trifft man die 12. meist in bedeutender Ausbildung. Auch die 11. ist nicht selten länger. »Für ihre ursprünglich weitere Ausdehnung spricht das öftere Vorkommen eines Knorpels im Musc. obliquus internus genau in der Fortsetzung des Knorpels der 11. Rippe«. Alle diese Vorkommnisse »bezeugen eine ursprünglich größere Rippenzahl . . . . . . daran lassen sich Anschlüsse an das Verhalten der anthropoiden Affen erkennen«, sagt GEGENBAUR [1]).

Die Rückbildung der Rippen werde, meint WIEDERSHEIM, oben

[1]) GEGENBAUR a. a. O. S. 159.

weniger rasch stattfinden 1) wegen der mit den bestehenden Verhältnissen den wahren Rippen aufs engste verknüpften rhythmischen Atmungsmechanik, 2) wegen der von diesen Rippen ausgehenden, sich an die oberen Gliedmaßen ansetzenden Muskeln. Hierin liege »ein schlagendes Beispiel für die wichtigen korrelativen Beziehungen der verschiedenen sich sozusagen gegenseitig im Schach haltenden Organe, bezw. Organsysteme zu einander«.

Der Gedanke, das Bestehen oder auch die Entstehung von Rippen mit der Atmung zusammenzubringen, ist neben der Inanspruchnahme der Muskelansätze der Vordergliedmaßen wohl das Nächstliegende, wenn wir nach mechanischen Ursachen suchen.

Daß die Muskelansätze der Vordergliedmaßen der Erhaltung der vorderen Rippen des Brustkorbes hervorragend günstig sein mögen, darf wohl kaum bezweifelt werden. Sie dienen aber, gleich den Intercostalmuskeln, zumeist auch der Atmung. Und es wird daher zweckmäßig sein, die ganze Frage zunächst in Beziehung auf diese zu behandeln.

Die Wirkung der Atmung auf die Erhaltung der Rippen kann nur für einen Teil der Wirbeltiere gelten. Vorzüglich wird sie für die Säuger in Betracht kommen. Hier haben die Rippenmuskeln die Aufgabe, die Rippen zum Zweck der Erweiterung der Lungen zur Einatmung zu heben. Dasselbe wird für einen Teil der Reptilien, für Echsen, Krokodile, Schlangen vielleicht gelten, wie bei den Säugern in Beziehung auf die vorderen Rippen. Bei den Vögeln, wo der Brustkorb mehr oder weniger fest ist, die Rippen wenig beweglich sind, hat der Atmungsmechanismus kaum oder keinen Einfluß auf sie. Hier sind nun auch die Rippen an Zahl geringer geworden als bei den Stammformen der Vögel, den Sauriern. Sie sind an Zahl sogar geringer als bei den Säugern, und vordere und hintere Rippen sind weiter im Schwinden begriffen.

Die übrig gebliebenen Rippen der Vögel aber sind meist sehr breit und kräftig — aber nicht in Beziehung auf stärkere Ausbildung und Bewegung der Vordergliedmaßen. Sie sind sogar bei den besten Fliegern, da wo die mächtigsten Brustbeinkämme vorhanden sind, oft verhältnismäßig schwach und zart, dagegen z. B. bei den Straußen kräftig und breit, beim Kiwi sehr breit. Damit ist nicht ausgeschlossen, daß die Erhaltung der Brustrippen bei den Vögeln durch den Ansatz der Muskeln der Vordergliedmaßen begünstigt sein kann, während der Einfluß der Atmung hier ein geringer ist. Da aber die Rippen der Vögel gegenüber denjenigen der meisten übrigen Wirbeltiere sehr breit und kräftig sind — breit und kräftig auch die hinteren, mit ins Kreuzgebiet einbezogenen falschen — da ferner die Brustbeinstücke der Vogelrippen nicht mehr knorpelig, sondern knöchern sind, da endlich die Processus uncinati noch eine besondere Verbreiterung der Rippen darstellen — alles zur Herstellung eines festen, unbeweglichen Brustkorbes, abgesehen von noch weiteren Mitteln, welche hierzu aufgeboten wurden, so ist zu schließen, daß hier andere Ursachen als Atmung und Befestigung von Muskeln der Vordergliedmaßen für die Erhaltung und Ausbildung der Rippen in Betracht kommen müssen.

Auch die Thatsachen, welche die vergleichend-anatomische Betrachtung sonst darbietet, sprechen nicht für die Annahme, daß Erhaltung oder gar Entstehung von Rippen bei Wirbeltieren unbedingt mit der Atmung in Beziehung zu bringen sei.

Alles weist darauf hin, daß die ursprünglichen Wirbeltiere vom Halse bis zur Lende Rippen oder Rippenanlagen gehabt haben. Andererseits sind zahlreiche Rippen nachträglich neu entstanden, so bei den Schlangen und schlangenähnlichen Echsen. Sonst sind fast überall deutlich Rippen im Gebiete des Halses und der Lende zurückgebildet oder verloren gegangen. Nur bei den meisten Knochenfischen zeigen sich sehr ursprüngliche Verhältnisse: hier sind Rippen auch vorn bis nahe an den Kopf und hinten bis zum Schwanz vollkommen oder fast vollkommen erhalten. Und doch haben die Rippen hier nichts mit der Atmung zu thun. Nur in Stummeln vorhanden sind die Rippen aber bei den nächsten Verwandten der Knochenfische, bei den Ganoiden, ebenso bei den Selachiern, endlich fehlen sie auch bei zahlreichen Knochenfischen. Die Rippen sind rückgebildet bei den nackten Amphibien, obschon sie hier, z. B. beim Frosch der Ausdehnung der Lungen beim Atmen vielleicht sehr zu statten kommen könnten. Die Vermehrung der Rippen bei den Schlangen und schlangenähnlichen Echsen endlich kann unmöglich mit der Atmung zusammenhängen, denn dieselbe ist im hintersten und im vordersten Teile des Rumpfes erfolgt, wo die Atmung nicht einwirken kann. Aber eben die Thatsache, daß es sich hier um eine Rippen**vermehrung** handelt, zeigt schon, daß ganz andere physiologische Ursachen auch für **Erhaltung** der Rippen werden maßgebend sein müssen als die Atmung.

Der **Druck der Eingeweide** kann für diese Erhaltung nicht überall und kann für die Vermehrung bei Schlangen und Schlangenechsen nicht maßgebend sein. Aber ebenso wie die Berechtigung der Ansicht nicht von der Hand zu weisen ist, daß die Atmung in einzelnen Fällen, bei Säugern wie bei Menschen und Affen, die Erhaltung des Brustkorbes mit bedinge, so ist es auch mit der Verwertung des Druckes der Eingeweide für diese Erhaltung. Auch diese Verwertung kann für manche Fälle vielleicht an der Hand der Thatsachen im Sinne einer mechanischen Ursache mit anerkannt werden. Thatsache ist es, daß unter den Säugern mit einem langen und zugleich starken Brustkorb und kurzer Lende vorzugsweise solche große Formen sind, welche bei wagrechter Stellung große Futtermassen aufzunehmen haben: Elefant, Rhinoceros, Tapir, Pferd, die Seekühe (*Manatus*) dürfen hier vor allem genannt werden. Aber es gilt dasselbe, wenn auch in geringerem Grade, so doch verhältnismäßig auch für andere große Huftiere, so besonders für das Rind und Verwandte, gegenüber ähnlich großen fleischfressenden Säugern, welche einen verhältnismäßig kurzen und schwachen Brustkorb besitzen. Der Brustkorb ist bei jenen großen Pflanzenfressern besonders kräftig durch die starke Verbreiterung der Rippen.

Den vollsten Gegensatz stellt in dieser Beziehung und in Beziehung auf die Länge des Brustkorbes, *Manatus* zu den fleischfressenden Walen

und Delphinen dar, wo der Brustkorb kurz ist, die Rippen in starker Rückbildung begriffen sind.

Es scheint also der Druck der mit Nahrungsmitteln erfüllten Eingeweide bei den großen pflanzenfressenden Säugetieren einen solchen Reiz auf die Bauchwand bezw. auf die Rippenanlagen auszuüben, daß die hinteren Rippen nicht nur erhalten, sondern sogar verbreitert wurden. Daß dieselbe Wirkung bei kleinen Pflanzenfressern, wie bei den Nagern, nicht erfolgt ist, kann der Annahme ihrer Geltung für die großen nur zu Gunsten reden. Denn es können nur große Massen von Futter in dieser Weise mechanisch wirksam sein. Auch wählen z. B. die Nager ihre Nahrung viel besser aus und zernagen und zerkauen sie vor der Aufnahme besser als die Huftiere.

Es giebt nun aber andere Thatsachen, welche der Annahme jener Wirkung der Eingeweide nicht zu Gunsten reden, welche jedenfalls zeigen, daß auf die Erhaltung und auf die Verbreiterung von Rippen zumeist ganz andere Ursachen wirken müssen.

Bei den großen pflanzenfressenden Huftieren sind am breitesten gerade die mittleren und die mehr nach vorn gelegenen, die Brusthöhle umschließenden Rippen — es kann also hier der Eingeweidedruck nicht maßgebend sein — man müßte jedenfalls die Wirkung der Atmung mit zu Hilfe nehmen.

Sodann ist auffallend, daß bei jenen großen pflanzenfressenden Säugern die hinteren Rippen sich ebenso wie bei dem aufrecht gehenden Menschen nicht auch an der Bauchseite, sondern nur an den Seitenwandungen des Bauches bezw. des Hinterrumpfes erhalten haben (falsche Rippen), trotzdem daß der Druck bei den wagrecht gehenden Tieren gerade nach unten am stärksten wirken muß.

Ferner: wenn unter den mittelgroßen Säugern sich die Faultiere durch einen nach hinten sehr verlängerten Brustkorb auszeichnen — er ist der Rippenzahl nach der längste aller Säugetiere — so würde das mit ihrer Nahrung übereinstimmen; aber da die Faultiere aufgehängt ruhen und aufrecht klettern, stimmt jene Verlängerung nicht mit der Annahme überein, daß die hinteren Rippen bei Menschen und bei Menschenaffen infolge der aufrechten Stellung bezw. der dadurch bedingten Veränderung des Eingeweidedrucks verkümmert seien.

Diese Annahme stimmt überhaupt nicht mit den Thatsachen. Denn sehr viele größere, wagrecht gehende Säuger weisen denselben Grad von Rückbildung der hinteren Rippen oder einen noch viel größeren auf als Mensch und Menschenaffen.

Der sprechendste Beweis dafür, daß weder Atmung noch Muskelansatz der Vordergliedmaßen, noch Eingeweidedruck in sehr hervorragenden Fällen die Bildung und Erhaltung des Brustkorbes erklären können, zeigt die Thatsache, daß *Myrmecophaga*, *Echidna* und *Ornithorhynchus* mit den längsten Brustkorb unter den Säugern haben, und daß *Myrmecophaga* die breitesten Rippen unter allen Wirbeltieren besitzt, abgesehen von manchen Seeschildkröten, bei welchen sehr breite und kräftige Rippen in den unbeweglichen Hautpanzer eingelassen sind.

Um zur Erkenntnis der Ursachen der Erhaltung, der Rückbildung und der Vermehrung der Rippen zu gelangen, werden wir am besten die Fälle ins Auge fassen, in welchen eine bedeutende Vermehrung derselben stattfand, wie bei den schlangenähnlichen Sauriern und den Schlangen, eine Vermehrung, welche mit Vermehrung der Wirbel Hand in Hand gegangen ist, und andererseits Fälle, in welchen die Rippen sehr geschwunden und zugleich die Wirbel an Zahl bedeutend vermindert sind, wie bei den schwanzlosen Lurchen, bei Fröschen und Kröten, endlich die zuletzt erwähnten Fälle unthätiger zahlreicher und verbreiterter Rippen, wie bei Edentaten, Schildkröten u. a.

Ich erhebe nicht den Anspruch alles zu erklären, ich will nur einiges hervorheben, was meines Erachtens mit zur Erklärung bestimmter Thatsachen dienen kann. Ich will in einer so schwierigen Frage auch nicht endgültig behaupten, will vielmehr nur Gesichtspunkte zum Zwecke weiterer Behandlung aufstellen, welche mir die Thatsachen an die Hand geben.

Warum haben Selachier und Ganoiden nur Stücke von knorpeligen bezw. knöchernen Rippen? Sollte nicht die Herstellung der Ganoid- und Placoidschuppen den zur Bildung eines knöchernen Skelettes nötigen Kalk in Anspruch nehmen bei niederen Wirbeltieren, bei welchen Kalkablagerung bezw. die Entstehung eines knöchernen Skelettes überhaupt erst im Werden ist? Und sollten jene Schuppen bei den Knochenganoiden nicht wenigstens den zur Bildung vollkommener Rippen nötigen Kalk aufbrauchen?

Hierbei kommen wir auf die für unsere Auffassung wichtige Thatsache, daß Bildung von Knochen weder bei den Wirbellosen noch bei den niederen Wirbeltieren vorkommt; bei Selachiern und Ganoiden tritt die erste Andeutung von Knochengewebe eben erst in den Zahnbildungen auf. In der Reihe der höheren Wirbeltiere nimmt die Bildung von Knochen mehr und mehr zu.

Es handelt sich um eine Umbildung von Gewebe, welche offenbar aus »inneren Ursachen« geschieht, d. h. welche in der stofflichen, in der physikalisch-chemischen Zusammensetzung des Körpers begründet ist und welche mit Naturnotwendigkeit allmählich zum Ausdruck kommt.

Von Bedeutung ist dabei die Thatsache, daß auch in Teilen, welche sonst aus Bindegewebe oder Knorpel bestehen, im Alter oder auf Grund starker Thätigkeit Knochen entstehen kann.

Es ist wohl der gleiche Vorgang und es handelt sich um die gleichen Ursachen, wenn mit dem Alter der Tierformen allmählich Verkalkung des knorpeligen Skelettes, Placoid- und Ganoidschuppen und dann knöchernes Gerippe auftritt. Alter des Gewebes und Thätigkeit der Teile werden auch hier die Ursachen der Umbildung sein.

Daß dabei durch den Nutzen überall das mögliche Bessere, ausgelesen und vermehrt, auf die Nachkommen übertragen wird, versteht sich von selbst. Allein *Amphioxus* kann keinen Knochen bilden, die Selachier und Knorpelganoiden können nur ganz wenig Knochen und überhaupt

wenig Kalkablagerung fertig bringen, ein Teil der letzteren geschieht im Knorpelskelett, Knochenzahnbildung erfolgt in den Schuppen.

Ganz tief in dieser Beziehung stehen auch die Cyclostomen, obschon sie sehr umgebildete Fische sind.

Die niederste Skelettbildung ist die bindegewebige, dann folgt die knorpelige, dann Knorpelverkalkung, dann Verknöcherung. Und es ist für unsere Auffassung von großer Wichtigkeit, daß je die höheren Stufen der Skelettbildung die niederen in der Ontogenese durchlaufen, wie denn auch die Verkalkung des knorpeligen Gerippes, wie sie bei den Selachiern bleibend gegeben ist, in der Ontogenese des Knochens eine vorübergehende Stufe darstellt.

Es handelt sich auch hier, wie überall, um ganz bestimmte Richtungen, welche die Umbildung, die Entwicklung nimmt und naturnotwendig nehmen muß.

Wie wichtig der Satz ist, daß eben niedere Wirbeltiere nur Bindegewebe oder Knorpel oder verkalkten Knorpel, nicht aber Knochen im Skelett erzeugen können, und welche Bedeutung wiederum die Korrelation bei diesen Zusammensetzungen bezw. deren Ursachen hat, darauf weist wohl die Thatsache der Gleichartigkeit des Baues bei den verschiedenen Ordnungen der Fische hin, wobei ich allerdings weit entfernt bin, behaupten zu wollen, daß die Übereinstimmungen, welche ich meine, alle auf jene Beziehungen zurückzuführen seien. Aber es ist eine Summe allgemeiner Gestaltung und Ausbildung, welche wohl mit darauf zurückgeführt werden darf: es sind sehr abgeschlossene Gruppen von Fischen, welche ein Knorpelgerippe mit nackter Haut (Cyclostomen), ein Knorpelgerippe mit Placoidschuppen (Rochen und Haie) und ein Knorpelgerippe mit Ganoidschuppen haben. Während bei den Ganoiden das Gerippe knöchern wird, bekommen sie zugleich mehr und mehr die Gestalt von Knochenfischen, und die Ganoidschuppen treten zurück (*Amia*). Bei den Knochenfischen aber sind sie gänzlich geschwunden und haben anderen Schuppen Platz gemacht, welche keine oder nur Spuren von Knochenmasse mehr zeigen. Jetzt scheint die Knochenmasse, welche bildbar ist, nicht mehr zur Herstellung von Knochen- bezw. Zahnschuppen auszureichen, sie wird durch das knöcherne Skelett verbraucht.

Nun giebt es Knochenfische, bei welchen die ganze Körperbedeckung in einen Panzer aus Knochenmasse umgebildet ist: ein Teil der Plectognathen, *Diodon*, *Tetrodon*, *Ostracion*. Bei diesen fehlen die Rippen, ähnlich wie sie bei den Landschildkröten zusamt dem größten Teil der Wirbelsäule zurückgebildet sind. Ebenso fehlen sie bei *Orthagoriscus*, wofür wohl die hier so ungeheuer stark entwickelte Lederhaut verantwortlich zu machen sein wird. Bei *Lophius* und *Malthaea* nimmt vielleicht das mächtige Knochengerüst des Schädels den Stoff für die Rippen weg. Diese fehlen oder sind verkümmert noch bei einigen sehr langen Knochenfischen: bei *Syngnathus*, *Fistularia*, beim Aal (kleine Reste). Beim Aal sind die Rippen vielleicht mit zu Gunsten der starken Vermehrung der Wirbel verloren gegangen, er hat 113 Wirbel. Aber auch *Syngnathus* und *Fistularia* haben deren viele: 66 und 89.

Wenn man einwenden wollte, daß auch bei den Aalen Gliedmaßen geschwunden sind, wie bei den Schlangen, und daß trotzdem dort die Rippen zurückgebildet wurden, nicht wie hier Stoff zur Erhaltung oder gar zur Vermehrung der Rippen geliefert haben, so ist daran zu erinnern, daß die Gliedmaßen der Fische eine geringe Knochenmasse enthalten, daß die mächtige Muskulatur des Aals statt der Rippen der Schlangen der Ortsveränderung dient und daß diese Muskulatur und das so stark entwickelte Fett wiederum reichlich Mesodermgewebsstoffe verbrauchen.

Bei den niederen Amphibien, den Molchen, ist die Knochenbildung überhaupt noch nicht weit vorgeschritten; wenn hier nur kurze Rippenstücke vorhanden sind, so wird dies billig mit auf die Entstehung der Gliedmaßen zurückgeführt werden können, während bei den Schleichenlurchen auch in der Vermehrung der Wirbel zugleich Verhältnisse wie bei den Schlangenechsen und Schlangen in Betracht kommen werden. Bei den Anuren wird die hohe Ausbildung der Gliedmaßen, insbesondere auch des Brust- und Beckengürtels, erst recht wirksam: sie bewirkt sogar bedeutende Verminderung der Wirbel. Erst hier ist übrigens das Knochengewebe ausgiebig entwickelt, ebenso wie unter den anderen nächsten Verwandten der Molche, bei den Reptilien.

Unter den Reptilien sind die Rippen für unsere Frage besonders merkwürdig bei den schlangenartigen Echsen, bei den Schlangen und bei den Schildkröten, dann auch bei den Krokodilen.

Bei den Schlangen kommen über 200 Rippenpaare vor. *Python* hat deren 265, die Ringelnatter 170, eine große Vermehrung gegenüber den gliedmaßentragenden Echsen zeigen auch die schlangenartigen Echsen. Daß in beiden Fällen das Zurücktreten bezw. Schwinden der Gliedmaßen, ob unmittelbar oder mittelbar, mit maßgebend ist, kann keinem Zweifel unterliegen, unmittelbar wohl auf Grund der Ausgleichung, indem Bildungsstoff, welcher für die Gliedmaßen nicht mehr nötig ist, jetzt Wirbeln und Rippen zu gute kommt, mittelbar, indem die neue Art der Ortsveränderung auf Grund der dabei — vorzüglich bei den Schlangen — stattfindenden Thätigkeit die Rippenvermehrung, mit durch die Auslese, begünstigen wird.

Eine andere Frage will ich hier nur berühren, um später auf sie zurückzukommen, die nämlich, ob diese Wirbel- und Rippenvermehrung nicht begünstigt wird dadurch, daß sie mehr oder weniger die Rückkehr auf einen früher vorhanden gewesenen Zustand bedeutet.

Bei Schleichenechsen treten in der Haut zugleich kleine Knochenschilder auf, wie sie bei den Krokodilen zu mächtiger Entwicklung gelangen.

Warum bei den Krokodilen neben Gliedmaßen nicht nur solche Knochenschilder, sondern auch Bauchrippen vorhanden sind, läßt sich schwer entscheiden. Nur fällt auf, daß hier die Gliedmaßenknochen im Verhältnis zu der Massigkeit des übrigen Skelettes noch zurücktreten und daß diese Massigkeit wie die Entstehung der Hautknochenschilder und der Bauchrippen überhaupt auf eine große Neigung zur Knochenbildung

bei diesen Tieren hinweist. Diese Neigung tritt auch schon bei den Echsen auf, insbesondere in der Erhaltung zahlreicher Rippen und in der Bildung der Kopfschilder, und eine ähnliche Neigung war auch bei ausgestorbenen Lurchen vorhanden (Stegocephalen).

Sehr merkwürdig sind die Verhältnisse der

Rippen bei den Schildkröten.

Es sind hier im Rückenschild Rippen, und zwar zuweilen mächtige Rippen vorhanden, wie sie sonst nirgends vorkommen. Daß auch am Halse Rippenreste vorhanden sind, beweist das Verhalten der die Foramina intertransversaria umgebenden Spangen, welches ganz dasselbe wie bei anderen Reptilien und anderen Wirbeltieren ist. Es sind diese Spangen also auf Rippenstücke zurückzuführen. Aber gerade bei den Schildkröten kommen auch an der Schwanzwirbelsäule Rippenreste vor, so deutlich wie sie sich sonst nur bei Schwanzlurchen finden, zuweilen von den Wirbeln abgegliedert wie hier, z. B. bei jüngeren mir vorliegenden Seeschildkröten, wie bei *Chelonia mydas* und *imbricata* am vorderen Teil der Schwanzwirbelsäule oder ebenda als knorpelige Endstücke der Querfortsätze, z. B. bei einer 60 cm langen *Trionyx aegyptiacus* unserer Sammlung, oder endlich verknöchert mit denselben verwachsen, aber mit deutlicher Verwachsungsstelle, bei jüngeren Tieren noch mit Naht, so bei *Testudo graeca*.

Gerade bei letzterer Art sind aber auch die Brustrippen mit ihren verkümmerten, verdünnten Enden von den ebenso verkümmerten verdünnten Querfortsätzen durch eine Naht getrennt; bei jüngeren *Emys europaea* ist eine sehr schöne Trennungsnaht zwischen den breiten Rippenanfängen und den ebenso gestalteten Querfortsätzen zu sehen, und bei manchen Meerschildkröten legen sich die Rippen zwischen je zwei Wirbeln an, ebenfalls durch eine Trennungslinie von ihnen geschieden, so z. B. bei *Chelonia imbricata*. Die Anfänge der Rippen und die Querfortsätze sind nur bei den Landschildkröten verdünnt, bis auf Reste oder ganz geschwunden; bei den übrigen Schildkröten sind sie breit, sie erreichen eine hervorragende Breite besonders bei den Meerschildkröten, dazu werden sie sehr lang, indem sie bis gegen den Rand des Panzers oder bis an denselben heranreichen.

Durchsägt man den knöchernen Rückenpanzer z. B. einer *Emys europaea* so, daß die in denselben eingegangenen Rippen quer getroffen werden, so sieht man, daß der Panzer aus zwei Knochenblättern besteht, einem äußeren, welches überall gleich dick, und einem inneren, welches unten als Belag darauf liegt. Das erstere ist zusammenhängend, das letztere aber besteht aus einzelnen durch Nähte mehr oder weniger deutlich voneinander getrennten Knochenlagen, deren jede in der Mitte am dicksten ist. In dieser dicksten Stelle der unteren Platte haben wir den Querschnitt der ursprünglichen Rippe vor uns. Die ganze Platte ist aber offenbar aus einer Verbreiterung der Rippen entstanden.

Auf einem Längsdurchschnitt durch Wirbelsäule und Rückenpanzer von *Emys europaea* erkennt man über den Knochenteilen, welche den Durchschnitten der Wirbelbogen entsprechen, einen unregelmäßigen Kanal, wohl den Raum, welcher an Stelle von Muskeln getreten ist, und darüber eine Knochenmasse, welche je in der Höhe zwischen zwei Wirbelbogen dicht und (an einem längere Zeit in Spiritus gelegenen Präparat) weiß ist wie der Knochen der Wirbel überhaupt, während der je über einem Wirbel gelegene mittlere Teil derselben porös und grau ist. Diese graue poröse Knochenmasse entspricht ihrem Aussehen nach ganz derjenigen der Randplatten auf dem Durchschnitte, welche offenbar nur Hautknochen sind. Es wird also durch den Anblick jenes Längsdurchschnittes der Eindruck gewonnen, daß sich Hautknochen in ebensoviel Platten, wie Wirbel vorhanden sind, auf diese abgelagert haben. Auch das Vorhandensein der Randplatten an sich spricht für die Beteiligung verknöcherter Lederhaut an der Herstellung des Rückenpanzers in jenem beschränkten Sinne, denn dieselben bestehen ja nur aus Hautknochen, die Rippen haben an ihnen keinen Anteil.

Man unterscheidet am Rückenpanzer von *Emys* und von Landschildkröten 1) Mittel- oder Wirbel-, 2) Seiten- oder Rippen- und 3) Randplatten.

Die Platten jeder Reihe sind unter sich, die Rippenplatten außerdem oben mit den Wirbelplatten und unten mit den Randplatten, die vorderste und die hinterste Wirbelplatte mit einigen Randplatten durch Naht verbunden. Die Nahtverbindungen zwischen Rippen- und Wirbelplatten entsprechen der Grenze zwischen ursprünglichen Querfortsätzen und Rippen. Die Nahtverbindungen zwischen Rippen- und Randplatten entsprechen nach innen den äußeren Grenzen der Rippen. Jede Rippenplatte besteht aus zwei Knochenblättern, von welchen das innere, in der Mitte der Länge nach verdickte, eine verbreiterte Rippe, das äußere aber verknöcherte Lederhaut ist.

Ebenso besteht jede Wirbelplatte aus zwei Blättern, von welchen das äußere verknöcherte Lederhaut ist, das innere aber aus einer Ausbreitung der Knochenmasse der Wirbel hervorgegangen sein wird.

Die Thatsache, daß nicht nur das innere Blatt der Rippen und Wirbelplatten in Nähten trennbar ist, daß vielmehr die Nahttrennung durch die ganze Dicke des Rückenpanzers, also auch durch die Lederhautverknöcherung hindurchgeht, ist vielleicht zu erklären durch zuerst erfolgende Entstehung des inneren, aus Rippen- und Wirbelmasse hervorgegangenen Panzerblattes. Lagert sich die Lederhautverknöcherung den unteren Blättern der Rippen- und Wirbelplatten in deren Ausdehnung und Form entsprechendem Abguß erst in zweiter Linie auf, so ist der geringere Zusammenhang derselben über den Grenzen jener unteren Blätter verständlich.

Für eine solche Entstehung dürften die Verhältnisse bei den Meerschildkröten und bei *Trionyx aegyptiacus* sprechen. Hier ist — so jedenfalls bei nicht sehr alten Tieren — das von den Rippen ausgehende, den Rückenpanzer auskleidende Knochenblatt nur zwischen dem inneren Teil

der Rippen, im Anschluß an das untere Blatt der Wirbelplatten gebildet, nur die Kuppe des Rückenpanzers ist innen knöchern ausgekleidet, die äußeren Teile der Rippen sind noch frei, bloß durch den Hautpanzer, welchem sie außen anliegen, verbunden. Dieser Hautpanzer ist aber bei diesen Schildkröten nur lederartig.

J. V. Carus beschreibt die bezüglichen Verhältnisse des Schildkrötenpanzers in seinem Handbuch der Zoologie[1]) folgendermaßen: »Die ... überall zu acht vorhandenen Brustwirbel besitzen seitlich verlängerte, fälschlich gewöhnlich Rippen genannte Fortsätze, welche jedoch ihrer Entwicklung nach den Querfortsätzen entsprechen. Diese verwachsen innig mit unbeweglich durch Naht miteinander verbundenen Hautknochenplatten, welche sich in den oberen Seitenwandungen des Rumpfes über den Querfortsätzen entwickeln und entweder bis an den Rand des hauptsächlich von ihnen gebildeten Rückenschildes reichen oder die Spitze der rippenartig verlängerten Querfortsätze frei lassen. An dem Ursprunge dieser von den Seiten der Wirbelkörper oder der oberen Bogen her überwölben die Seitenplatten dieselben und stoßen an median über je zwei Wirbeln liegende, mit den Dornfortsätzen verschmelzende Hautknochenplatten, welche mit den Seitenplatten, sich durch Naht verbindend, das Rückenschild in der Mitte schließen. Der hierdurch eingeschlossene Raum entspricht nicht dem Canalis vertebralis, sondern enthält Rückenmuskeln. Vervollständigt wird das Rückenschild, mit Ausnahme der Trionychiden, überall durch Randknochenplatten, welche, an die Spitze der Querfortsätze oder die Seitenplatten stoßend, das Rückenschild kranzartig umgeben.«

Nach Rathke[2]) handelt es sich dagegen um Rippen, nicht um Querfortsätze in der Grundlage der Rückenplatten. Er erklärt mit Bestimmtheit, daß nur die Rippen, nicht aber Hautverknöcherung an der Bildung des Rückenpanzers Anteil haben. Auch die Wirbelplatten sollen sich von den Rippen, von den inneren Enden derselben aus, bilden. Dieses innere Rippenende endige in einen oberen und unteren Fortsatz, der obere ähnlich einem Tuberculum, der untere einem Capitulum costae, aber beide diesen nicht entsprechend. Von dem oberen Fortsatz aus wachse nun eine Knochenplatte an die Dornfortsätze der Wirbel, verwachse mit diesen, schließe die darunter gelegenen Muskeln ein, welche verdrängt würden. — Die Rippen verbreitern sich zuerst am inneren Teil und schließen sich hier aneinander. So entsteht bei den Schildkröten, welche später einen vollkommen knöchernen Rückenpanzer haben, vorübergehend ein Zustand, wie er bei den Seeschildkröten gewöhnlich bleibend ist.

C. K. Hoffmann[3]) sagt, Rippen und Wirbel hängen ursprünglich in knorpeliger Anlage ohne Trennungslinie zusammen (Rathke). Darauf grenzt sich die Rippe durch eine besondere Ossifikationslinie ab. Der Rippenknorpel verkalkt allmählich in der Richtung von innen nach außen

---

1) J. V. Carus, Handbuch der Zoologie 1868—1875. I. Band S. 393.

2) G. Rathke, Über die Entwicklung der Schildkröten. Braunschweig 1848 S. 84 ff.

3) C. K. Hoffmann, Reptilien in Braun's Klassen u. Ordn. des Tierreichs, S. 34 ff.

(lateral). Um ihn bildet sich eine perichondrale Knochenkruste. Um diese lagern sich Hautknochen ab, während der verkalkte Rippenknorpel resorbiert wird. Das mediane, nicht von Hautknochen eingeschlossene Rippenende erhält sich.

Der anatomische Befund scheint mir mit einer solchen Resorption der ursprünglichen Rippen nicht übereinzustimmen; er spricht umgekehrt dafür, daß die Rippen sich verbreitern. Die Frage möchte eine erneute entwicklungsgeschichtliche Untersuchung verlangen.

Ganz bestimmt spricht gegen eine Resorption der Rippen das Verhalten bei den Meerschildkröten, wo die median verbreitert unter dem knöchernen Panzer gelegenen und mit ihm verwachsenen Rippen lateral nur noch von nicht verknöcherter Haut bedeckt und hier wie dort dieselben Rippen sind.

Die Rippen der Schildkröten haben also meiner Ansicht nach eine ganz eigenartige Bedeutung, indem sie den Rückenpanzer dieser Tiere herstellen helfen und zwar so, daß sie sich verbreitern und Knochenplatten bilden. Dasselbe gilt für die Wirbel.

Wenn irgendwo, so zeigt sich hier die Bedeutung der Ausgleichung handgreiflich. Nirgends unter den Kriechtieren ist die Masse des inneren Skelettes so sehr zurückgetreten wie bei den Schildkröten, nicht auf Kosten der Gliedmaßen wie bei den Schlangen, sondern auf Kosten der Wirbelsäule, welche Verkürzung und Schwund zugleich erfahren hat. Die Wirbelkörper fließen gewissermaßen in die Wirbelplatten über — am wenigsten bei den Seeschildkröten, da, wo der Hautpanzer noch am schwächsten ausgebildet ist, am stärksten bei den Landschildkröten; die Emyden stehen in der Mitte.

Die Rippen aber verbreitern und verstärken sich bei den Seeschildkröten noch im Rahmen gewöhnlicher getrennter Rippen, bei Emyden und den Landschildkröten fließen sie ebenfalls zur Bildung von Knochenplatten in die Breite.

Verbreiterung der Rippen. Offenbar erfüllen die Rippen bei den Knochenfischen da, wo ein Hautpanzer nicht vorhanden ist, die Aufgabe eines solchen, wenn auch nur in der Gestalt gitterartig nebeneinander gestellter, nicht verbreiterter Stäbe. Die ersten Anfänge einer Verbreiterung treten in den Processus uncinati der Krokodile und dann der Vögel auf, wobei aber zu bemerken ist, daß diese Fortsätze, z. B. beim Kiwi, zeitlebens selbständige Knochen sind. Dieselben bedingen eine Verbindung der einzelnen Rippen untereinander zur Herstellung eines festen Gerippes, zu welcher bei den Vögeln die verschiedensten Mittel in Anwendung kommen. Zunächst dient die Verknöcherung der unteren abgegliederten Rippenstücke und ihre feste Verbindung mit dem Brustbein diesem Zweck, dann das mächtige Brustbein selbst und der noch festere und ausgedehntere Schild des Becken- und Kreuzbeins, in dessen Bereich nicht nur die Lenden-, sondern sogar die hinteren Brustwirbel einbezogen sind.

Vor allem aber dient jenem Zweck der Umstand, daß bei den Vögeln, wie später noch zu erörtern, auch die vor dem Kreuzbein gelegenen Brustwirbel mehr oder weniger fest untereinander verwachsen sind, und wie auch die von ihnen abgehenden Rippen noch durch besondere Knochenspangen untereinander verbunden sein können. Querfortsätze und die inneren Enden der Rippen können durch Knochenspangen fest untereinander verbunden werden. Diese Spangen verschmelzen zuweilen zu einer Knochenplatte, welche die inneren Rippenenden und die Querfortsätze vom Kreuzbein an bis zu den Halswirbeln fest verbindet, so daß eigentlich eine Fortsetzung des Kreuzbeins bis zu der Halswirbelsäule geschaffen wird, um so mehr als auch die Brustwirbelkörper mehr oder weniger untereinander verwachsen, die hinteren zuerst und stärker, als die vorderen.

So wird bei den Vögeln ein wenig beweglicher Panzer durch die Rippen hergestellt, auch dann, wenn dieselben nur an einer Stelle, durch die Processus uncinati, verbreitert sind.

Zuweilen sind nun aber die Rippen bei den Vögeln in ihrer ganzen Länge verbreitert, manchmal derart, daß sie fast zusammenstoßen. Solche Verbreiterung der Rippen findet sich z. B. bei Raubvögeln, bei den Straußen, auch beim Kiwi.

Ähnliche Verbreiterung der Rippen findet sich bei Säugern. Bei manchen Huftieren ist sie sehr stark, beim Rind z. B., bei dem überhaupt mit die stärksten und breitesten Rippen vorkommen. Die Rippen bilden auch hier einen starken Panzer. Noch mehr tritt solche Panzerbildung in die Augen bei *Myrmecophaga didactyla* (Abb. 62.), wo die Rippen dergestalt verbreitert sind, daß sie einander überdachen. Ferner sind sie hier, abgesehen von den Faultieren, unter den Säugern am zahlreichsten. Auch diese Vermehrung muß augenscheinlich der Panzerbildung zu gute geschrieben werden, und so kommt man auf den Gedanken, es sei dieselbe auch bei den Faultieren Zweck der Rippenvermehrung, obschon die Rippen hier nicht verbreitert sind.

Ebenso sind die Rippen zahlreich bei den Monotremen, und hier sind sie unten zum Teil verbreitert: die letzte oder die letzte und vorletzte wahre und die falschen Rippen sind hier am unteren, abgegliederten, bei *Echidna* (nach unserem Skelett) knorpeligen, bei *Ornithorhynchus* verknöcherten Teil bis zur gegenseitigen Überlagerung verbreitert. Wie bei *Myrmecophaga didactyla* durch diese Verbreiterung der Rippen nur ein oberer Panzer hergestellt wird, so kommt es bei den Monotremen zu den Anfängen eines unteren, eines Bauchpanzers.

Es wird sich also in allen diesen Fällen von Verbreiterung und Vermehrung, bezw. Erhaltung der Rippen wesentlich um innere kompensatorische, bezw. korrelative Ursachen handeln, durch welche die Verknöcherung der ursprünglich bindegewebigen Zwischenmuskelblätter erzielt oder durch welche dieselbe beibehalten wurde, ohne daß besondere mechanische Ursachen in Rechnung gezogen werden müßten.

Zum Schädel der Säuger, insbesondere des Menschen und der Menschenaffen.

Abgesehen von der Bildung der Gräten an den Schädeln der Menschenaffen, welche durch Muskelansatz, durch Thätigkeit der Kau- und Hinterhauptsmuskeln erzeugt sind, haben wir hier hauptsächlich auf neue Knochen des Schädels Rücksicht genommen, auf solche, welche offenbar infolge der Ausdehnung des Schädeldaches, im Zusammenhang mit dem Wachsen des Gehirns entstanden sind, nachdem die Masse der ursprünglich vorhandenen Deckknochen für den vergrößerten Umfang desselben nicht mehr ausgereicht hat.

Da aber solche Knochen in ganz verschiedenen Säugetiergruppen unabhängig voneinander entstanden sind, so handelt es sich bei ihrer Entstehung um den Ausdruck bestimmter Entwicklungsrichtungen.

Solche neuentstandenen Knochen verwachsen nun im Laufe der ontogenetischen bezw. phylogenetischen Entwicklung wiederum in ganz gesetzmäßiger Weise mit bestimmten benachbarten Knochen, so daß diese in den höheren Formen zuletzt einheitlich, embryonal aber zusammengesetzt erscheinen, während sie bei niederen Formen oder unter bestimmten physiologischen Voraussetzungen da und dort getrennt bleiben können.

Auch pathologische Verhältnisse, krankhafte Ausdehnung des Schädeldaches, wie z. B. bei Hydrocephalus, erzeugen Knochenbildungen (Schaltknochen), welche wir zur Stütze unserer Auffassung heranziehen müssen.

Ferner ergiebt sich, daß die neuen Knochen, welche zuletzt in der Anlage ganz feststehende, regelmäßige Bestandteile des Schädeldaches sind, zuerst nur unregelmäßig, dann und wann auftreten, und es giebt solche neue Knochen, welche jetzt noch seltener auftreten, während andere schon beständige Bildungen geworden sind.

Endlich erklärt unsere Betrachtung ausnahmsweise Vorkommnisse am fertigen Schädel: das Auftreten einer Mehrheit von Knochen als der gewöhnlichen durch Stehenbleiben auf niederer Stufe der Entwicklung (Genepistase bezw. Rückschlag).

Zur Grundlage unserer Darstellung diente die Schuppe des Hinterhauptsbeins bezw. die sogenannten Zwischenscheitelknochen.

Interparietale centrale und Praeinterparietale (Os Incae). Interparietale laterale. — Schaltknochen, Worm'sche Knochen, Fontanellknochen.

Ein wichtiger neuer Knochen ist das zwischen den Scheitelbeinen und der Schuppe des Hinterhauptsbeins entstehende und mit dem letzteren oder mit dem Parietale (Nager, Wiederkäuer) oft ziemlich früh verwachsende, in anderen Fällen während des ganzen Lebens selbständig bleibende

Zwischenscheitelbein, Interparietale.

Dasselbe entsteht aus zwei Seitenhälften bezw. Knochenkernen[1]. Man findet es in allen Ordnungen der Säuger[2]) mit Ausnahme der Monotremen. Gegenbaur sagt: unter den Affen scheint er *Mycetes* zu fehlen[3].

Beim Menschen weisen auf das ursprüngliche Zwischenscheitelbein die zwei besonderen Verknöcherungspunkte bezw. Knochenanlagen hin,

---

1) Beim Hunde nach Meckel nur aus einem (vergl. Anat. II. 2. 1825. S. 509).
2) W. Gruber, Über das Os interparietale der Säugetiere. Petersburg 1852.
3) Gegenbaur, Lehrb. d. Anat. des Menschen. III. Aufl. S. 171.

Anmerkung der Herausgeber. Vor kurzem erschien eine ausführliche Arbeit von Ranke »Über die überzähligen Hautknochen des menschlichen Schädeldachs[1], in welcher die embryonale Entwicklung des Os Incae beim Menschen eingehend untersucht ist. Vom Meckel'schen Schema ausgehend gelangt Ranke zu dem Ergebnis, daß die Schuppe des menschlichen Hinterhauptsbeins in der That aus vier Paar getrennten Knochenkernen entsteht. In Bezug auf die Verwachsung der Knochenkerne und deren Bedeutung als »principale« und »accessorische überzählige« Schädelknochen kommt er indessen zu einer von der Meckel'schen verschiedenen Auffassung. Das erste Knochenkernpaar bildet sowohl nach Meckel als nach Ranke die Unterschuppe (den knorpelig vorgebildeten Teil der Schuppe). Das zweite Paar bildet den Hauptteil des Os interparietale, dasselbe verwächst nach hinten mit der Unterschuppe und erfährt eine seitliche, nahe seinem hinteren Rande gelegene Einschnürung, die »Sutura mendosa« (Sutura transversa), welche bisher für die Trennungslinie von Ober- und Unterschuppe gehalten wurde. Oberhalb der Sutura mendosa schließen die aus dem zweiten Paar hervorgegangenen Knochenstücke ein drittes Paar von Knochen ein, welche ebenfalls aus getrennten Anlagen hervorgehen. Diese drei Knochenpaare allein sind nach Ranke als »principale Elementarknochen der Hinterhauptsschuppe« aufzufassen, das vierte Paar Meckel's hält er für eine »accessorische, halbpathologische Bildung«, für eine Art von Fontanellenknochen, bestimmt durch die wechselnde Form der hinteren Fontanelle. In ihrer Struktur unterscheiden sie sich von den deutlichen Faserknochen des übrigen Hinterhauptsbeines durch eine körnige Beschaffenheit. Die beiden seitlichen, aus dem zweiten Knochenkernpaar hervorgehenden Teile des Interparietale, welche über der Sutura mendosa liegen, entsprechen den im Folgenden als Interparietalia lateralia bezeichneten Teilen (im Meckel'schen Schema dem dritten Paare). Das dritte Paar entspricht einem Interparietale centrale (dem zweiten Meckel'schen Paar). Das vierte Paar entspricht dem vierten Paar Meckel's und dem als Praeinterparietale in dieser Arbeit bezeichneten Knochen. Als Os Incae oder interparietale werden im Folgenden nur die oberhalb der Sutura mendosa gelegenen, aus den Knochenkernen II und III hervorgegangenen Knochenstücke bezeichnet. C. F. und M. v. L.

---

1) Abhandlungen der math.-phys. Klasse der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften XX. Bd. 2. Abt. München 1900.

aus welchen der obere Teil der Schuppe des Hinterhauptsbeins entsteht, um später mit der übrigen Schuppe vollständig, ohne Spur früherer Selbständigkeit, zu verwachsen. Bis zur Geburt ist aber eine solche Spur in Gestalt einer Querfurche noch vorhanden.

Man erkennt also in der Zweizahl jener Knochenkerne immer noch die ursprüngliche Anlage des Zwischenscheitelbeines aus zwei Knochen.

Es kommt nun aber vor, daß dieser obere Teil der Schuppe des Hinterhauptsbeins auch beim Menschen ein besonderer Knochen bleibt, welcher nur durch eine Naht mit der übrigen Schuppe verbunden ist.

Bei gewissen Völkerstämmen bleibt ein solches mit der Umgebung nur durch Naht verbundenes Zwischenscheitelbein zeitlebens bestehen. v. Tschudi berichtet dies von Stämmen der Ureinwohner von Peru, den von ihm sogenannten Chinchas, Aymaras und Huankas. Hier bleibe der größte obere Teil der Hinterhauptsschuppe ein selbständiger Knochen und verschmelze nur selten nach dem 4. oder 5. Lebensmonat mit der übrigen Schuppe[1]. v. Tschudi nannte diesen Knochen: Os Ingae, Virchow schlug dafür die Bezeichnung Os Incae vor.

Das Zwischenscheitelbein des Menschen ist auch Os Goetheanum genannt worden. Die Franzosen nennen es bekanntlich Os epactal (epactal-Schalttag).

Übrigens wird z. B. von Broca das Os Incae s. epactale vom Interparietale unterschieden. Das erstere wird von ihm für einen Worm'schen Knochen erklärt[2]. Dieser sog. Worm'sche Knochen entspricht, wie hier gleich bemerkt werden soll, dem Praeinterparietale, d. h. der Spitze des Incaknochens, welche, indem sie aus besonderen Knochenkernen entsteht, gleichfalls getrennt bleiben kann. Das Os Incae oder epactale besteht also der Anlage nach — ob immer, ist nicht bekannt — aus Interparietale und Praeinterparietale. Bilden diese beiden nur einen Knochen, so sprechen wir gleichfalls von Interparietale.

Das wahre Os Incae ist immer nach unten durch die Sutura transversa begrenzt.

Das Interparietale im engeren Sinne — mit abgetrennten Spitzen — bezeichnen wir auch als

Interparietale centrale

im Gegensatz zum Interparietale apicale oder Praeinterparietale.

---

[1] v. Tschudi, Über die Einwohner von Peru. Müller's Archiv 1844. Vergl. auch: Welcker, Unters. üb. Wachstum u. Bau des menschl. Schädels. Leipzig 1862, gegen Tschudi, untersuchte aber Schädel von neueren Peruanern. Ebenso Jacquart: De la valeur de l'os epactal. Journ. de l'anat. et de physiol. 1865. Dagegen giebt es Virchow (Über einige Merkmale niederer Menschenrassen am Schädel. Berlin 1875) bei den alten Peruanern zu 6 % des Vorkommens an (zunächst sollen dann die Malayen kommen). Ähnlich Anutschin: Über einige Anomalien am menschl. Schädel etc. (russisch) Moskau 1880. An Mumienschädeln von peruanischen Kindern hat der Wundarzt Bellamy das Os Incae schon früher gesehen (Ann. and Mag. of nat. hist. 1842).

[2] Broca, Bullet. de la soc. d'Anthropologie 1875.

Das Zwischenscheitelbein ist in der neueren Anatomie und in der Entwicklungsgeschichte da und dort allzuwenig gewürdigt[1]), dagegen von älteren Anatomen wiederholt ausführlich behandelt worden.

Meckel[2]) giebt dasselbe als einen das ganze Leben oder wenigstens den größeren Teil desselben vorhandenen Knochen beim Daman (*Hyrax*) (nach Cuvier und ihm selbst), den meisten Nagern und den Beuteltieren an . . . . . »Beim Meerschweinchen, einmal dem Biber, (indem er von den übrigen Schädelknochen ganz getrennt war) immer bei der Katze, mehreren Widerkäuern, namentlich den Schafen, den Einhufern, wird er immer ein Teil des Scheitelbeins, bei den Hunden ebenso beständig der obere Teil des Hinterhauptbeins. Beim Kalb verschmilzt er zuerst mit dem Hinterhauptsbein, dieses aber sehr schnell mit den Scheitelbeinen.

Am größten ist er bei den Ratten und dem Tümmler, *Phocaena communis*, groß beim Biber, Meerschweinchen, Springhasen, Ai, den Fleischfressern, besonders den Hunden, den Wiederkäuern und Einhufern, klein beim Hamster, Hasen, Känguruh . . . . . Bei den Menschen, den Affen, den Tatus und, sonderbar genug, dem Nilpferde, Schweine ist dieser Knochen entweder nicht oder nur sehr früh als regelmäßige Erscheinung vorhanden. Beim Schweine fand er auch in den frühesten Perioden nie Spuren davon. »Beim Menschen bildet sich die Schuppe des Hinterhauptsbeins auf wenigstens höchst ähnliche Weise aus zwei übereinanderliegenden Hälften, von welchen die obere diesem Knochen, wenigstens bei der Ratte und dem Biber, wo er sehr stark entwickelt ist, entspricht. Andeutungen von kleinen Knochen dieser Art finden sich wahrscheinlich immer bei der Entwicklung des menschlichen Hinterhauptsbeins in kleineren, oberhalb der Hinterhauptsschuppe vorhandenen. Alle diese Knochenstücke verschmelzen aber beim Menschen weit früher, schon in den ersten Monaten des Fötus, wenngleich ihr häufiges Beharren bei ihm und das gerade zwischen Scheitel- und Hinterhauptsbein auch bei ihm stattfindende Vorkommen anderer Knochen offenbar aufs deutlichste nach dem Typus jener Tiere geschieht.«

Vorher bemerkt nämlich Meckel, daß er bei mehreren Bibern, Didelphen, Katzen, Hunden einen oder mehrere nicht unbeträchtliche Knochen vor dem Zwischenscheitelbein sah. Bei einigen Tieren scheine es fast Regel zu sein, daß er sich von vorn nach hinten nur von einer Seite zur andern vervielfältigt oder spaltet. Namentlich gehören hierher die Einhufer.

---

1) Zum Beweis erwähne ich Henle, Anatomie des Menschen, Knochenlehre, wo S. 94 nur gesagt ist: »Die Schuppe ist in seltenen Fällen der Länge nach, häufiger transversal geteilt« und ebenda S. 197 berührt er, von Nahtknochen redend, offenbar das Zwischenscheitelbein, wenn er bemerkt: »Es kann — am häufigsten geschieht dies in der Lambdanaht — eine einzelne Zacke oder eine Anzahl von Zacken von einem der miteinander verbundenen Knochen sich ablösen, ringsum abgrenzen und so gleichsam eine Insel in der Naht bilden.« Vergleiche ferner den Hinweis auf Kölliker's Entwicklungsgeschichte.

2) A. a. O. S. 507 ff.

»Ich fand wenigstens«, sagt Meckel weiter, »immer in frühen Perioden von hinten nach vorn aufeinanderfolgend einen weit größeren und zwei weit kleinere, paare, dreieckige, in der Mittellinie zusammenstoßend. Beim dreimonatlichen Fötus liegen noch alle ganz frei, bei einem andern wenig von der Zeit der Reife entfernten sind die vorderen durch das stärkere Wachstum, vorzüglich der Scheitelbeine, außen fast ganz verdeckt, doch noch deutlich voneinander und dem hinteren trennbar. Sie verwachsen erst untereinander und mit dem hinteren, dann aber zusammen mit dem Scheitelbein.«

Es handelt sich in diesen vor dem Zwischenscheitelbein gelagerten, von Meckel erwähnten Knochenbildungen offenbar um die Praeinterparietalia, von welchen alsbald ausführlicher die Rede sein soll.

Beide, Interparietalia centralia und Praeinterparietalia, sind neue Knochen, indem sie bei den Säugern zuerst auftreten und nur bei diesen vorkommen.

Beim Menschen bleiben zuweilen auch zwei Zwischenscheitelbeine durch das ganze Leben hindurch bestehen, entsprechend der zweifachen Anlage dieses Knochens.

Zuweilen erscheint also vor dem Zwischenscheitelbein, einfach oder zweigeteilt das

Praeinterparietale,

gebildet von zwei weiteren Knochenkernen, welche embryonal vor jenen des Interparietale liegen können, so daß die Schuppe des Hinterhauptsbeins nun aus der Unterschuppe, einem ursprünglich zweifachen Zwischenscheitelbein (Interparietale centrale) und einem ebenfalls zweifachen Vorzwischenscheitelbein (Praeinterparietale s. Interparietale apicale) zusammengesetzt erscheint.

Es giebt aber auch Fälle, in welchen die Unterschuppe ebenfalls bleibend aus zwei Stücken besteht[1].

Die Vorzwischenscheitelbeine finden sich nach den bisherigen Angaben nur bei den Einhufern regelmäßig. Ruini hat schon 1598 an einem Pferdeembryo derartige Bildungen beschrieben. Bei anderen Säugetieren kommen sie vereinzelt vor, nach Ficalbi[2]) sogar am häufigsten beim Menschen.

Unsere Sammlung besitzt zwei Zwillings-Pferdefötus aus dem neunten Monat. Am Schädel des einen derselben sind die Vorzwischenscheitelbeine noch sehr schön doppelt vorhanden. Dahinter liegt das Zwischenscheitelbein, welches hinten noch den Anfang einer Längsnaht hat. — Am Schädel des zweiten Zwillings ist auch am Vorzwischenscheitelbein die Verwachsung beider Stücke beinahe vollendet. Ebenso ist es mit dem Zwischenscheitelbein fast ganz verwachsen.

---

[1]) Vergl. Hermann Stieda, Die Anomalien der menschlichen Hinterhauptsschuppe, Anat. Hefte v. Merkel u. Bonnet. Wiesbaden 1892.

[2]) Ficalbi, Atti della soc. Toscana di scienze nat. Vol. VII. Pisa 1885.

Hermann Stieda beobachtete die Praeinterparietalia beim Menschen im dritten Monat in sieben Fällen zweimal. Andere fanden sie erst später.

Die vorhin erwähnten zwei Anlagen der Unterschuppe erscheinen ebenfalls im dritten Monat; sie dürften beständig sein, aber sie verwachsen sehr schnell. »Zugleich oder gleich darauf treten die zwei Verknöcherungspunkte der Oberschuppe (Interparietale centrale) auf, die sich meist erst am Ende des dritten Monats untereinander und mit der Unterschuppe vereinigen. Vom vierten Monat an ist die Schuppe einheitlich ..... Diese vier Knochenkerne sind konstant ...[1])«



Abb. 5. Embryonaler Pferdeschädel
Jc Interparietale centrale, *Pi* Praeinterparietalia.

Weiter können jederseits von der Hinterhauptsschuppe — auch beim Menschen — fötal noch besondere Knochen vorkommen, welche mit der Schuppe verwachsen: die seitlichen Schaltknochen der Hinterhauptsschuppe: **Interparietalia lateralia.** Dieselben finden sich beim Menschen, besonders beim Neugeborenen nicht selten und sind dann oft sehr groß, besonders auch beim ausgewachsenen groß. Sie liegen dann zu den Seiten des Interparietale centrale oder im Winkel zwischen diesem und dem Praeinterparietale.

Unter den mir zugänglichen Säugetierschädeln finden sich die seitlichen Schaltknochen des Hinterhauptsbeins am ausgesprochensten in Gestalt ziemlich großer Platten (8 mm lang und an der breitesten Stelle an 4 mm breit) bei einem fast reifen Fötus von *Hyrax capensis*. Sie liegen hier neben dem sehr großen, getrennten Interparietale. Noch viel größere solche seitliche Hinterhauptsschaltknochen finden sich seitlich von dem getrennten Interparietale bei einem neugeborenen Leoparden der Tübinger Sammlung. Ganz klein finden sie sich an derselben Stelle bei einem Rehfötus und ebenda noch etwas kleinere nach unten an der

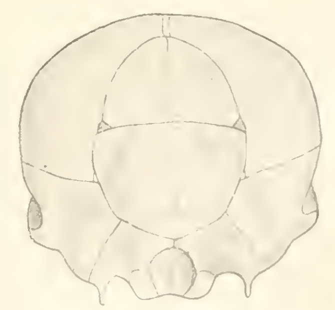


Abb. 6. Schädel von *Cervus capreolus*, Fötus.

[1]) H. Stieda a. a. O. S. 77.

Stelle, wo die Schuppe des Schläfenbeins, Scheitelbein und Unterschuppe des Hinterhauptsbeins zusammenstoßen.

Wir werden sehen, daß auch die seitlichen Schaltknochen des Hinterhauptsbeins, welche schon MECKEL als Urteile der Hinterhauptsschuppe erklärt hatte, eine falsche Deutung erfahren haben.

Weitere Thatsachen, betreffend Interparietalia und Praeinterparietalia. Wir unterscheiden also an der Hinterhauptsschuppe 1) die Unterschuppe, 2) die Zwischenscheitelbeine: Interparietalia centralia, dazu 3) die seitlichen Schaltknochen der Schuppe, von welchen weiterhin die Rede sein soll: Interparietalia lateralia, 4) die Spitzenzwischenscheitelbeine, Praeinterparietalia s. Apicalia, also die MECKEL'schen Bestandteile der Schuppe.

Dazu können noch kommen: Naht- oder WORM'sche Knochen, Zwickelknochen und gewöhnliche Schaltknochen, zu welchen auch die Fontanellknochen gehören.

Das Os Incae, so wie es ursprünglich beschrieben worden ist, umfaßt 2) und 4), gegebenenfalls auch 3) zusammen.

Interparietalia centralia, lateralia und Apicalia sind ursprünglich Schaltknochen, neue Knochen, welche sich infolge des Wachstums des Schädels erst allmählich zwischen die übrigen Schädelknochen eingefügt haben. Die Interparietalia sind schon regelmäßige Bestandteile des Schädeldaches bei den meisten Säugern und auch beim Menschen, die Praeinterparietalia sind als solche regelmäßige Knochen beim Menschen noch nicht überall hinreichend nachgewiesen[1]), wohl aber bei einigen Säugetieren, wie bei den Pferden. Aber auch beim Menschen treten sie zuweilen ganz regelmäßig und in der vollkommensten Form mit unterer horizontaler Grenzlinie auf, oder sie erscheinen noch unregelmäßig oder mit unteren winkeligen Grenzlinien.

Interparietalia centrale und Apicalia sind doppelt, mit je zwei Knochenkernen angelegt, und besonders die letzteren als die neueren, jugendlicheren Bildungen erhalten sich im erwachsenen Zustande häufig doppelt. Seltener bleibt beim Menschen das Interparietale centrale doppelt.

Das Os Incae bleibt nach VIRCHOW getrennt an höchstens $^1/_2$ % aller europäischen Schädel, aber bis 6,4 % der altperuanischen. Jedoch, wie wir sehen werden, sind diese Zahlen wegen Verwechslung mit dem Praeinterparietale kaum verwendbar.

Das Praeinterparietale bleibt getrennt in 3,1 % (H. STIEDA) bis zu 4,6 % (CHIARUGI[2]).

Nach unseren Beobachtungen kommt das Praeinterparietale, wie schon erwähnt, außer bei den pferdeartigen auch bei den Raubtieren weitverbreitet vor, ferner findet es sich zeitlebens getrennt bei *Chiromys*. Der an den Raubtierschädeln zungenförmig zwischen die Parietalia eindringende Fortsatz der Schuppe besteht in der Jugend (fötal) aus zwei getrennten Praeinterparietalia, z. B. beim Hund, Fuchs, bei der Katze und dem Leoparden.

---

1) Vergl. später.

2) CHIARUGI, Estratti dagli Atti della soc. Toscana di sc. nat. Pisa 1885.

Was für eine große Bedeutung diesem Knochen unter den überzähligen Knochen des Schädels zukommt, das zeigt außer dem schon Mitgeteilten weiter die Dissertation von G. Hartmann[1]). Derselbe fand bei 379 im Laufe von sieben Jahren in der geburtshilflichen Klinik zu Tübingen gemachten Sektionen Neugeborener 23 Fälle mit »Schaltknochen« (abgesehen von zwei Fällen, in welchen die Schädelknochen in unzählige einzelne Stücke zerfallen waren). Schaltknochen nannte Hartmann nach Zeller[2]) diejenigen Knochen, welche ihre Entstehung dem beständigen Getrenntbleiben sonst verwachsender Knochenkerne verdanken; Nahtknochen die, welche auf einem Getrenntbleiben abnorm gebildeter Knochenkerne beruhen.

Worm'sche Knochen nennt er mit Zeller Schalt- und Nahtknochen zusammen.

Jene 23 Fälle, welche 6% oder ein Verhältnis von 1 : 16 ausmachen (Knaben 13 = 6,3%, Mädchen 10 = 5,8%), beziehen sich nach der Darstellung Hartmann's zum weitaus größten Teil auf das Hinterhauptsbein, nämlich in der Zahl von 18. Drei sollen dem Scheitelbein angehören, zwei dem Stirnbein. Es ergiebt sich aber aus den Abbildungen Hartmann's daß die von ihm dem Scheitelbeine zugerechneten Schaltknochen (Fig. 1—3) ebenfalls dem Hinterhauptsbein angehören[3]). Jedenfalls entsprechen Fig. 2 und 3 Praeinterparietalia. 1 scheint einem seitlichen Schaltknochen der Hinterhauptsschuppe zu entsprechen. Auch Fig. 6, 7, 8, 9 enthalten solche seitliche Schaltknochen. Der in Fig. 8 ist dadurch bemerkenswert, daß er nach oben mit dem Apicale seiner Seite verwachsen ist. Nicht weniger als 15 von 23 Fällen Hartmann's aber beziehen sich den Abbildungen nach rein auf das Apicale (Fig. 2, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23,) sechs auf ein doppeltes, eine (Fig. 10) auf ein einseitig getrenntes. Unter allen 23 Fällen ist aber nur einer (Fig. 6) mit vollkommen offener Sutura transversa. In 13 Fällen ist diese nur seitlich noch ein Stück weit offen, und davon sind 9 solche, in welchen zugleich 2 Apicalia vorhanden sind, ein 10. mit einem einseitigen Apicale. Fälle wie Fig. 17, 18, 19, in welcher das Apicale rautenförmig ist, mit einer nach oben und einer unten gerichteten Spitze, deren untere also in das Interparietale hineinragt, führen bei Vergrößerung derselben zu einer Gestaltung, wie sie Virchow im mittleren Teil seines »Os Incae tripartitum« darstellt, indem er diesen mittleren Teil, das Apicale s. Praeinterparietale für das Interparietale hielt (s. Abb. 14).

Man sieht aus Vorstehendem, daß die Praeinterparietalia mit die wichtigsten neuen Knochen des menschlichen Schädels sind: unter den 18 Fällen von Hartmann ist das Praeinterparietale 6 mal nicht quer vom Interparietale abgetrennt (einmal nur auf einer Seite), ein dreizehntes Mal (Fig. 7) ist es wenigstens halb der Länge nach geteilt.

---

1) G. Hartmann. Beiträge zur Osteologie der Neugeborenen. Tübingen 1869.

2) R. Zeller, Über d. Naht u. Schaltknochen des menschl. Schädels. Inaug.-Diss. Tübingen 1862.

3) Auch in Abb. 17, 19, 22 sind augenscheinlich ganz kleine solche seitliche Schaltknochen vorhanden.

Diese Wichtigkeit des Praeinterparietale ist bisher gar nicht, am wenigsten aber in der Entwicklungsgeschichte gewürdigt worden.

Kölliker bemerkt in seiner Entwicklungsgeschichte[1]): »Das Hinterhauptsbein verknöchere sich im Anfang des 3. Monats mit einem Knochenpunkt in der Pars basilaris, je einem in den Partes condyloideae und zwei bald verschmelzenden in der Squama, dazu kommt noch« sagt er, »wie ich vor langer Zeit gezeigt (Mikr. Anat.) habe[2]), ein anderes aus 2 Kernen entstehendes Stück, welches außerhalb des Knorpelschädels als Deckknochen entsteht; dasselbe verschmilzt später mit dem unteren primordialen Schuppenstücke vollständig, so jedoch, daß eine Fissur rechts und links am Rande der Squama in der Höhe des Protuberantia externa längere Zeit hindurch die Vereinigungsstelle andeutet und meist noch bei Neugeborenen sichtbar ist«[3]). In dem größeren Werke der »Entwicklungsgeschichte« (1879) fügte nun Kölliker hinzu: Hartmann lasse die Schuppe des Hinterhauptsbeins aus 8 Stücken sich aufbauen, sei jedoch den Beweis dafür schuldig geblieben und scheine einzig und allein aus den von ihm gefundenen Schaltknochen und abnormen Ossifikationen zu besagter Annahme gekommen zu sein. Dann wird auch das Ossiculum Kerckringii erwähnt. Von den Praeinterparietalia und von den seitlichen Schaltknochen ist keine Rede. Kölliker übersieht, daß Hartmann die Aufstellung von 8 Knochenpunkten nicht selbständig gemacht, sondern Meckel entnommen hat, wie er ausdrücklich angiebt.

Wenn demnach die Kerne der Praeinterparietalia auch noch nicht in die mikroskopische Entwicklungsgeschichte übergegangen sind, so sind sie doch schon längst mikroskopisch nachgewiesen, und es wird jetzt nur noch genauerer Untersuchung vorbehalten bleiben, ob sie nicht beim Menschen wirklich ganz regelmäßig vorkommen.

Im Folgenden geben wir eine Übersicht der Fälle, in welchen Interparietalia centralia bei Säugern nach F. S. Leuckart's[4]) und unseren Beobachtungen vorkommen, ferner derjenigen Fälle, in welchen nach unserem Urteil Praeinterparietalia, und die, in welchen Interparietalia lateralia vorhanden sind, endlich die, in welchen wir die Angaben Leuckart's[5]) über Zwickelbeine auf Praeinterparietalia beziehen zu dürfen glauben, (*Felis leo*, *Canis lagopus*, *brachyurus*, *megalotis*, *Cercoleptes caudivolvulus*, *Macacus cynomolgus*, *Hylobates syndactylus*, *Simia satyrus*). Die von Leuckart allein beobachteten Fälle sind mit Lk. versehen, die von Leuckart und uns mit einem *, die von uns allein beobachteten sind ohne Zeichen.

F. S. Leuckart beschrieb hauptsächlich nach der Leydener, unsere Fälle beziehen sich auf die Tübinger Sammlung.

---

[1]) Entwicklungsgesch. 2. Aufl. 1879 und Grundriß der Entw. 2. Aufl. 1884.

[2]) Entw. S. 449. [3]) a. a. O. S. 449, 450, bezw. 206, 207.

[4]) F. S. Leuckart, Zool. Bruchstücke II. 1841. No. 4. Osteographische Beiträge No. 5. Notizen über das normal vorkommende Zwickelbein in der Lambdanaht unserer Säugetiere (S. 56 ff.).

[5]) Ebenda No. 4: Über Zwickelbein oder Ossicula Wormiana an Säugetierschädeln (S. 51 ff.).

Lk. *Phalangista maculata* Int. c., Int. lat.
* *Phascolarctos cinereus* Int. c.
Lk. *Hypsiprymnus ursinus* Int. c.
Lk. *Halmaturus elegans* Int. c.
Lk. *Halmaturus giganteus* 2 Int. c.
» » juv. 2 Int. c.
Lk. *Petaurus sciureus* Int. c.
* *Hyrax capensis* Int. c.
Hyrax capensis foet. Int. c., Int. lat.
* *Cervus capreolus* juv. Int. c.
Cervus rufus Int. c.
Lk. *Ovis aries* Int. c.
Lk. *Bos taurus* Int. c.
* *Equus caballus* foet. und juv. Int. c.
Equus caballus foet. 2 Praeint. Int. c.
Lk. *Bradypus tridactylus* juv. Int. c.
Myrmecophaga tamandua Int. c.
Lk. *Lepus timidus* juv. Int. c.
Lk. *Lepus cuniculus* Int. c.
Lk. *Lepus capensis* Int. c.
Lk. *Lepus russae* Int. c.
Lk. *Lepus aegyptiacus* Int. c.
Lk. *Lepus variabilis* Int. c.
Lk. *Lepus isabellinus* Int. c.
Lk. *Pedetes caffer* Int. c.
* *Dipus* Int. c.
Lk. *Meriones* Int. c.
Lk. *Hypudaeus* Int. c.
* *Mus* Int. c.
Lk. *Cricetus vulgaris* Int. c.
Lk. *Coelogenys paca* Int. c.
* *Castor fiber* Int. c.
Lk. *Myopotamus coypus* Int. c.
Lk. *Hystrix cristata* juv. Int. c.
* *Myoxus* Int. c.
* *Pteromys* Int. c.
Lk. *Sciurus vulgaris* juv. Int. c.
Lk. *Felis minuta* Int. c.
Lk. *Felis megalotis* Int. c.
Lk. *Felis serval* juv. Int. c.
* *Felis domestica* häufig Int. c.
Felis maniculata Int. c.
Felis catus Praeint.?
* *Felis pardus* juv. Int. c.
Canis familiaris pull. Praeint.?
Chiromys madagascariensis Int. c. Praeint.
Lk. *Galeopithecus varius* jung Interpar.
Chirogaleus furcifer Interpar.?
Lk. *Macacus cynomolgus* 2 Praeinterpar.
Lk. *Hylobates syndactylus* 1 Praeinterpar.
Lk. *Simia satyrus* 2 Praeinterpar.
Troglodytes niger ♂ jung (im Zahnwechsel) eben verwachsend.

Bei einem Schweinefötus von 10 cm ist kein Interparietale vorhanden, ebensowenig bei *Lutra vulgaris* foetus.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß Interparietalia centralia vorkommen bei Beuteltieren, Huftieren (neugeborenen), *Dasypus*, *Bradypus*, vorzüglich bei Raubtieren, insbesondere bei Arten der Gattung *Felis* und dann bei Halbaffen.

Praeinterparietalia bei *Hyrax*, *Equus*, *Myrmecophaga*, bei Raubtieren (*Felis*, *Canis*, *Mustela*, *Cercoleptes caudivolvulus*), *Chiromys*, wahrscheinlich auch bei Affen: *Macacus cynomolgus*, Orang, Schimpanse.

Interparietalia lateralia bei neugeborenen *Felis leopardus*, *Hyrax capensis*, *Cervus capreolus*, bei *Dipus* jung.

Interparietale und Praeinterparietale bei *Halmaturus giganteus*, *Hyrax capensis* foetus, *Equus caballus* foet., *Mustela martes* (?), *Chiromys madagascariensis*.

Interparietalia centrale und lateralia bei *Cervus capreolus* foet., *Dipus* jung, *Felis leopardus* foet.



Abb. 7. Schädel von *Myrmecophaga tamandua.*

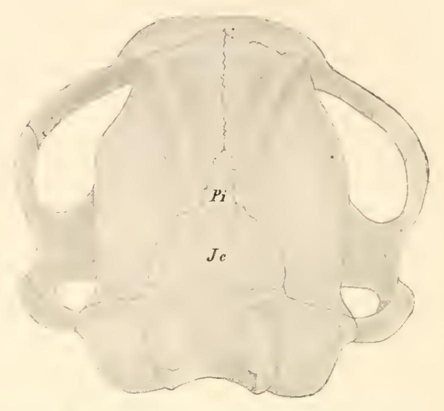


Abb. 8. Schädel von *Chiromys madagascariensis,* Bezeichnung wie vorher.



Abb. 9. Schädel eines *Hyrax capensis* (Fötus).

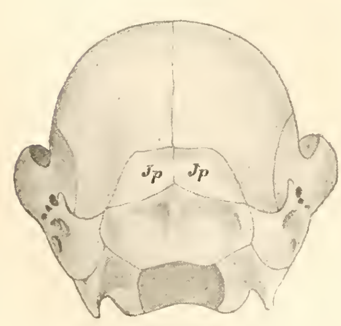


Abb. 10. Schädel von *Halmaturus giganteus.*

Bevor ich das Erscheinen des Zwischenscheitelbeins und des Vorzwischenscheitelbeins zu deuten versuche und überhaupt Näheres über beide Knochen mitteile, muß ich etwas über die sogenannten Schaltknochen sagen.

Schaltknochen, Nahtknochen, Zwickelbeine, auch **Ossa Wormiana** genannt, nach dem dänischen Arzte Ole Worm — wie Hyrtl sagt — mit Unrecht, da schon Eustachius diese Knochen gekannt habe. Sie erscheinen bekanntlich als kleine Knochenbildungen in den Nähten der Schädelknochen oder zwischen mehreren Schädelknochen, auch zwischen Gesichtsknochen, während einzelne größere, an bestimmten Stellen, nämlich in den Fontanellen in ziemlich regelmäßiger Gestaltung auftretende, zuerst selbständige, später mit der Nachbarschaft verwachsende Knochen Fontanellknochen genannt werden.

Solchen Fontanellknochen hat man in der Medizin früher eine eigentliche Bedeutung als Heilmittel zugeschrieben. Hyrtl sagt in seinem »Lehrbuch der Anatomie des Menschen«: »Der dreieckige Fontanellknochen des Hinterhauptes war schon den älteren Ärzten bekannt. Der höchst originelle und phantastische Schweizer Arzt Phil. Höchener, welcher sich selbst zum Paracelsus latinisirte und Monarcha medicorum nannte, wendete ihn calciniert und pulverisiert als Heilmittel gegen die fallende Sucht an (daher die sonst unverständliche Benennung Ossiculum antiepilepticum).« Der hier genannte Knochen ist das später zu behandelnde Praeinterparietale.

In dem Syntagma anatomicum des Ioannes Veslingius Mindanus[1] heißt es auf Seite 158: »In concursu lambdoidis et sagittalis suturae interdum ossiculum conspicitur, forma triangulare, nunc simplici, nunc duplici lamina, quamvis non exacte oppositis locis productum: quod inter epilepsiae antidota praecipue commendatur.« Dieser Knochen ist auf der dem XIII. Kap. beigegebenen Tafel in Fig. IV (S. 169) abgebildet. Er ist offenbar ein Praeinterparietale und entspricht dem in der später zu behandelnden Arbeit von Virchow in Taf. V, Fig. 5 abgebildeten Knochen. Es ist mit Bezug auf das später zu Besprechende bemerkenswert, welche Einzelheiten hier schon über den betreffenden Knochen mitgeteilt werden, insbesondere auch in Beziehung auf sein zweifaches Vorkommen. Im Register desselben Werkes aber ist unter dem Namen Ossiculum cranii Ant-Epilepticum verwiesen auf S. 166, wo Anmerkungen zu S. 158 stehen. Hier heißt es aber: »In concursu suturae sagittalis et coronalis ossiculum apparet«. Indessen sind des weiteren alle in Nähten vorkommenden Schaltknochen jenen zwischen Sagittal- und Lambdanaht gelegenen gleichgestellt. Es ist von ihm weiter gesagt: »Nihil est aliud, quam lusus variantis naturae, quae non hoc solum in loco, sed alibi etiam varias suturarum excursiones admittere solet, praesertim vero in duarum suturarum concursu ..... Quod vero peculiari contra Epilepsiam potentia donatum esse dicitur, illud, siquidem eventus comprobat, ipsi non proprium, sed cum omnibus universim ossibus calvariae commune esse a nonnullis existimatur.« Gewiß ein schönes Stück Erkenntnis!

In den Dissertationes anatomicae von Rolefink[2] ist in Bezug auf das Praeinterparietale zu lesen: »Triangulare illud, autores quod vocant, ... cui Paracelsus tom. I. lib. peculiari de caducis paragrapho quarto dotes adversus Epilepsiam mirabiles tribuit: et videtur innuere, ut hoc os disterminat reliqua ossa, ita etiam impedit, ne fiat conjunctio morbi ab utroque latere.

Crollius, in Epilepsia prodest, inquit, crux seu ossiculum, quod alii volunt in craniis epilepticorum, alii vero strangulatorum, ubi juncturae committuntur: quia quilibet fere strangulandus epilepsia in agone corripitur, cum spiritus vitae interclusus exitum quaerens suffocatur. Tum commissura capitis hac vehementia separatur.

Andernacus bestreite das Vorkommen des fraglichen Knochens. Bauhinus halte ihn für das »Os occipitis, ubi suturis ad se invicem propius accedentibus in triangulum exiguum efformatur«. — Thomas Erastus (part. 4 disput. contra Paracelsum) schreibt: Der Teufel habe die Menschen überredet, daß sie zur Vertreibung der Epilepsie ein aus dem menschlichen Schädel bereitetes Pulver benützten, und er habe befohlen, daß die Frauen weibliche, die Männer männliche einnehmen. Paracelsus aber habe gelogen und nur den Aberglauben vermehren wollen, indem er behauptete, ein Knöchelchen von Nagelgröße auf dem Scheitel des Schädels gefunden zu haben, das, eingenommen, von der Epilepsie befreite. Damit er aber nicht bei der Lüge gefaßt werde, habe er behauptet, daß das Knöchelchen nur an einigen Schädeln, nicht an allen gefunden werde.

---

[1]) Ioannis Veslingii Mindani Syntagma anatomicum cum commentaris, exhibente Gerardo Blasio, medicinae doctore, Amstelodami 1659.

[2]) Guerneri Rolfincii dissertationes anatomicae Norimbergae 1656, S. 306 ff.

Rolfink bestätigt dagegen das Vorkommen des Knöchelchens und bezeichnet es als »Lusus variantis naturae«, das auch zwischen anderen Nähten vorkomme. So sage Petrus Pavius, daß er wunderbare solche Spiele der Natur in den Knochennähten gefunden habe (comm. in lib. Hipp. de vuln. capitis). »Asservatur Lugd. Batavorum calvaria in anatomico theatro, quae juxta suturam sagittalem in concursu coronalis utrinque ossicula duo, peculiari sutura circumscripta habet. Saepissime accidit, juxta aures tale ossiculum certa sutura circumscribi.«

Es wird also hier ein vorderer doppelter Fontanellknochen aus der Leydener Sammlung erwähnt.

Mit den Knöchelchen »juxta aures« sind wohl die Zwickelknochen gemeint, welche häufig zwischen hinterem Winkel des Scheitelbeins und Schläfenbeins und in der Lambdanaht neben ersterem vorkommen.

Es mag hier angefügt werden, daß der Name Höchener für Paracelsus, wie ihn Hyrtl annimmt, unrichtig ist. Man glaubte den schweizerischen Geschlechtsnamen Höchener für Bombast aus Hohenheim setzen zu müssen, da Hohenheim in der Schweiz nicht vorkommt. Bombastus Paracelsus ist 1493 in Maria Einsiedeln in der Schweiz geboren. Sein väterliches Geschlecht war das der Bombast aus Hohenheim bei Stuttgart, wo auch sein Vater geboren ist.

Zwischen Pfeilnaht und Knochennaht werden auch bei verschiedenen Säugetieren Schaltknochen erwähnt, worauf wir noch zurückkommen werden, so bei *Cebus*, *Ateles*, *Erinaceus* [1]).

Ich möchte als Worm'sche Knochen oder Zwickelbeine oder Nahtknochen diejenigen Knochenbildungen des Schädels bezeichnen, welche in einer Naht oder auch zwischen mehreren Nähten als unregelmäßige nicht normale Bildungen entstehen und sich meist durch eine stark gezackte, tief eingreifende, zuweilen Knochenteile abschnürende Begrenzung auszeichnen (dann besonders »Zwickelbeine«).

Gewöhnliche Schaltknochen sind die zwischen zwei oder mehreren Nähten entstehenden mehr regelmäßigen, in den Plan des Schädelaufbaues neu sich einfügenden, später oft mit benachbarten Knochen verwachsenden neuen Knochenbildungen.

Fontanellknochen sind in den Fontanellen entstehende Schaltknochen.

Übrigens läßt sich ein bestimmter Unterschied zwischen Naht- und Schaltknochen, wie aus dem Folgenden hervorgeht, nicht überall festhalten.

Beim Menschen finden sich Nahtknochen am häufigsten in der Lambdanaht, oft in ungeheurer Zahl bei Hydrocephalen.

Hyrtl zählte, wie er in seiner Anatomie erwähnt, einmal in der Lambdanaht eines Cretinschädels mehr als 300.

Vorzüglich häufig kommen sie auch in der Sutura incisiva und in der unteren und oberen Augenhöhlenwand vor.

Czermak'scher Schaltknochen. Schläfenschaltknochen. Kerkring-scher Schaltknochen. In der oberen Augenhöhlenwand fand Czermak [2]) einen Knochen zwischen Wespen-, Sieb- und Stirnbein unter einigen

---

[1]) Vergl. F. S. Leuckart, Zool. Bruchstücke. Heft 2. Stuttgart 1841. Otto, de rarioribus quibusdam sceleti humani cum animalium sceleto analogiis. Wratisl. 1839. S. 4.

[2]) Czermak, Zeitschr. f. w. Zool. Bd. III. S. 27. Taf. 2.

hundert Schädeln fünfmal. Es handelt sich also hier um ein häufigeres Auftreten eines und desselben Knochens als einer neueren Bildung, also um einen Schaltknochen.

Dagegen berührt GEGENBAUR[1]) die Frage, ob ein im unteren hinteren Winkel des Stirnbeins vorkommender selbständiger Verknöcherungspunkt als Rest des Os postfrontale der niederen Wirbeltiere betrachtet werden darf. Hierzu wolle man den später folgenden Abschnitt über den Stirnfortsatz des Schläfenbeins (Schläfenschaltknochens) vergleichen.

In der Mitte des unteren Randes der Hinterhauptsschuppe kommt, wie KERCKRING schon 1670 nachgewiesen hat, beim Menschen zuweilen außerdem ein besonderes Knöchelchen vor, das Ossiculum Kerckringii. Dasselbe erscheint nach LUCY gegen Ende des vierten Monats[2]).

Die Hinterhauptschuppe kann also, abgesehen vom Ossiculum Kerckringii, wie zuerst MECKEL hervorgehoben hat, aus 8 Anlagen bezw. Knochenkernen entstehen. Dazu kommen für das Hinterhauptsbein noch die zwei Knochenkerne der Partes condyloideae und derjenige der Pars basilaris.

Entstehung beständiger Kopfknochen aus Schaltknochen.

Der Unterschied zwischen Naht- und Schaltknochen liegt in der größeren Regelmäßigkeit der Gestalt und in der Regelmäßigkeit und etwa in der Symmetrie des Vorkommens der letzteren. Aber auch der in der Regelmäßigkeit des Vorkommens liegende Unterschied ist, wie der CZERMAK'sche Knochen zeigt, ein stufenweiser.

Allmählich haben sich offenbar solche neue im Bindegewebe des Schädels entstandene Knochenanlagen zu ständigen Knochen entwickelt, dann nämlich, wenn bestimmte Veränderungen an diesem Bindegewebe einen regelmäßigen, gesetzmäßigen Fortgang nehmen. Diese Veränderungen aber liegen am Schädeldach augenscheinlich in der Ausdehnung desselben durch das Wachsen des Gehirns. Indem dieses Wachsen Ausdehnung der Schädelkapsel vor der Verknöcherung herbeiführt, dergestalt, daß die ursprünglichen, vererbten Verknöcherungspunkte zur Verknöcherung des Ganzen nicht mehr ausreichen, schafft es Boden zwischen den alten Knochen für neue Verknöcherung[3]). GEGENBAUR beschreibt in seiner Anatomie des Menschen[4]) den Vorgang der Entstehung der Zwickel- und Fontanellknochen so, daß die äußeren Knochenteilchen des Scheitelbeins sich mit diesem nicht mehr

[1]) GEGENBAUR, Lehrb. d. Anatomie des Menschen. III. Aufl. 1888. S. 190.

[2]) LUCY, Les anomalies de l'occipital expliquees par l'anatomie comparée et le développement. Lyon 1890.

[3]) Schon M. J. WEBER erklärt das Entstehen von Zwischenknochen, besonders in den Fontanellen, als Folge schnellen Wachsens des Schädels. Handb. d. vergl. Osteologie, Bonn 1820.

[4]) a. a. O. S. 174 u. 225.

vereinigen, sondern selbständig werden. Dies wird jedenfalls da, wo der häutige und verknöchernde Schädel durch Krankheitsprozesse auseinandergetrieben wird, wie es beim *Hydrocephalus* stattfindet, zur Entstehung von Nahtknochen führen. Er hebt weiter hervor, daß das Interparietale beim Menschen nicht mit Schaltknochen in der Lambdanaht, die oft eine bedeutende Größe erreichen, verwechselt werden dürfe. Dasselbe gilt für das Praeinterparietale.

Nach Mariano zeichnen sich die Praeinterparietalia durch mehr regelmäßige und symmetrische Form, durch größere Breite und weniger scharfe Nahtzähne aus, während die Worm'schen Knochen nach Lage und Anzahl sehr verschieden und keinem bestimmten Gesetz unterworfen sind[1]).

In meinem Besitz befindet sich aus dem Nachlasse meines Vaters ein brachycephaler Schädel, an welchem das Zwischenscheitelbein, die Spitze der Hinterhauptsschuppe in einer Höhe von 3 und in einer Breite von 6 cm einnehmend, außerordentlich kräftig ausgebildet und durch stark einspringende Nähte zwischen die Scheitelbeine und den Hauptteil der Hinterhauptsschuppe eingefügt ist. Jene starke Ausbildung spricht sich in großer Dickwandigkeit und unregelmäßig höckerig verdickter Oberfläche aus. Das etwas unregelmäßige Dreieck, welches der Knochen darstellt, ist nach links etwas langschenkliger als nach rechts, der kürzere rechte obere Schenkel nach außen und oben gebogen, der linke längere gerade. Die untere Grenzlinie ist von links her bis über die Mitte ziemlich gerade (in der Mitte stark gezackt) und läuft von hier aus in fast knorriger unregelmäßiger Zackung nach oben und außen. Die größte Erhebung der unregelmäßigen äußeren Oberfläche findet sich links unten und dann wieder rechts von der Mitte, nach links und oben aber eine Einsenkung. Kurz der Knochen ist unregelmäßig, und dazu sind seine Näthe besonders rechts oben und unten sehr lang, labyrinthisch gewunden und stark gezähnt. Das letztere Verhältnis findet sich auch in den Nähten zwischen der eigentlichen Schuppe und den Scheitelbeinen, hauptsächlich rechts. An beiden Seiten sind Zwickelknochen in die Nähte eingeschlossen.



Abb. 11. Menschlicher Schädel mit Os interparietale (Tübinger Sammlung).

Es ist dies ein Fall, welcher nach Mariano's Angaben eher zu Gunsten eines Worm'schen Knochens gedeutet werden müßte als zu Gunsten eines Praeinterparietale.

Nach der später zu behandelnden Auffassung Virchow's wäre er wegen seiner wagrechten unteren Grenze ein Praeinterparietale, und er

---

[1]) Vergl. H. Stieda S. 87. Mariano, Sulle ossa interparietali e preinterparietali nel cranio umano (in Arch. per l'Antropologia e la Etnologia Vol. XVIII. Firenze 1888).

erscheint als solches auch an und für sich wegen seiner Größe und Lage.

Allein es wird die Unterscheidung deshalb zuweilen unmöglich sein, weil alle neuen Knochen zuerst vereinzelt aufgetreten sein werden. So sind meiner Ansicht nach auch die Praeinterparietalia nichts als beständig gewordene Schaltknochen oder Fontanellenknochen. Und dasselbe gilt ursprünglich auch für die Interparietalia centralia.

Gegenbaur sagt: »Sehr häufig besteht bei den Schaltknochen eine Symmetrie; auf jeder Seite liegt dann ein gleichgestalteter Schaltknochen«[1]. Dieses Gleichseitigwerden haben wir schon bei dem Czermak'schen Knochen gesehen.

Ich nehme also dieselbe Entstehungsweise für die Interparietalia centralia und Praeinterparietalia in Anspruch. Die letzteren sind am beständigsten nach den bisherigen Angaben bei den Pferden geworden. Aber ich weise nochmals darauf hin, daß sie sich bei den Raubtieren (Fuchs und Katze z. B.) lange erhalten und daß sie beim Schädel eines erwachsenen Aye-Aye (*Chiromys madagascariensis*) der Tübinger Sammlung neben dem Interparietale centrale selbständig sind[2]. Die Interparietalia centralia haben die letztere Stufe schon in weiter Verbreitung erreicht.

Die größere Ausdehnung des Schädeldaches infolge der Vergrößerung des Gehirns bedingt die Entstehung von Schaltknochen und verursachte damit auch die Entstehung der Interparietalia centralia und der Praeinterparietalia. Wie letztere sind die Czermak'schen Knochen im Begriffe, beständig zu werden.

Mögen solche Knochen — d. h. ursprünglich die Schaltknochen — in letzter Linie nur durch Abspaltung der vorhandenen Schädelknochen oder mögen sie nur im Bindegewebe entstehen — es liegt der Entstehung eine gesetzmäßige, eine physiologische Ursache zu Grunde, ein Vorgang organischen Wachsens.

Ich kann also, wie ich schon hier sagen will, dem Virchow'schen, von Hermann Stieda anerkannten Ausspruch[3], daß auch kein tierischer Atavismus in der Persistenz der Sutura transversa zu sehen, daß sie eine Hemmungsbildung, ein Ossifikationsdefekt sei, nicht beistimmen. Ebensowenig kann ich der von Hermann Stieda beigezogenen Ansicht Anutschin's und Ficalbi's beipflichten, daß das Os Incae eine sporadisch auftretende Abnormität sei. Es ist keine Abnormität, sondern es ist bei den Säugern eine neue, auf gesetzmäßigem Wege gewordene Bildung. Das Bestehenbleiben der Sutura transversa[4] erscheint nicht als »Ossifikationsdefekt«, sondern als ein Stehenbleiben auf früherem Zustand in

[1] Gegenbaur, a. a. O. S. 225.

[2] Bei einer Abbildung des Schädels desselben Tieres von Peters ist nur ein Interparietale gezeichnet. Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. Berlin 1865. Taf. II, 5.

[3] Virchow, Über einige Merkmale niederer Menschenrassen am Schädel. Berlin 1875.

[4] Die Naht zwischen Unterschuppe und Zwischenscheitelbein (Virchow).

ontogenetischer und phylogenetischer Beziehung, als Atavismus. Wenn sie aber bei einer ganzen Rasse, wie bei den Incas, in besonderer Häufigkeit vorkommt, so entspricht sie dem von mir aufgestellten Begriffe des »Entwicklungsstillstandes«, der Genepistase, so ist sie ein genepistatischer Zustand. Man braucht dabei nicht von einem Merkmal niederer Rasse zu reden[1]. Es kann eine Rasse oder Abart oder Art nach meinen Darlegungen sehr vorgeschritten und doch in einzelnen Eigenschaften auf ursprünglicher Stufe stehen geblieben sein.

Dagegen scheint Mariano's Auffassung in Beziehung auf die Bedeutung der Praeinterparietalia der meinigen sich in einem Punkte zu nähern oder ihr darin zu entsprechen, indem er dieselben als accessorische Knochenkerne bezeichnet, die bei Nichtausreichen der Nachbarknochen die Occipitalfontanelle schließen sollen — derartige Knochenkerne sind sie nach meiner Ansicht ursprünglich gewesen und treten da, wo sie verhältnismäßig beständig sind, noch als solche auf. Aber sie sind nicht »gleichsam Vorläufer der Worm'schen Knochen«[2], sie können vielmehr Worm'schen Knochen entsprechen.

Die Inca-Schädel.

Ich komme nun nochmals auf die auffallende Erscheinung zurück, daß die Sutura transversa an den Schädeln alter Peruanerstämme verhältnismäßig so oft nicht verwachsen ist. Während hier bis 6% der Fälle die Eigentümlichkeit zeigen sollen, tritt sie sonst nach Welcker u. a. nur in 0,3% derselben auf. Hermann Stieda schließt nach verschiedenen Zählungen, daß höchstens ½% im ganzen angenommen werden können.

Man hat bekanntlich das Verhalten bei den alten Peruanern auf die Mißgestaltung zurückzuführen versucht, welche dieselben an den Schädeln ihrer Kinder durch Einwickeln hervorriefen. Ich lasse hier die näheren Angaben von Tschudi folgen, derselbe beschreibt die mißbildeten Schädel von drei peruanischen Rassen, die er nach denselben aufgestellt hat, den Chinchas, Aymaras und Huancas.

Die Chinchas bewohnten nach Tschudi das ganze Küstengebiet, welches nach Norden von Despoblado de Tumbez, nach Süden von der Sandwüste von Atacama, nach Westen vom stillen Ozean, nach Osten von den Küstencordilleren begrenzt ist.

Die Chinchas sind von Tschudi nach der Nation benannt, welche die Küste von 10—14° s. Br. inne hatte.

Die Aymaras (d'Orbigny) bewohnten die 12,000 Fuß über dem Meere gelegene peru-bolivianische Hochebene südlich vom Gebirgsknoten von Asangara.

Die Huancas wohnten auf den Hochebenen und in den Thälern zwischen den Gebirgsknoten von Asangara und dem von Porco, welche

[1]) Vergl. H. Stieda S. 103. [2]) Ebenda S. 103.

nach Westen von den Küstencordilleren, nach Osten von den Binnencordilleren begrenzt werden.

Bei den Chinchas ist der Schädel vorn breit, stellt, wie Tschudi sagt, von vorn gesehen eine abgestutzte Pyramide dar, deren Basis nach oben gekehrt ist. Der Gesichtsteil ist klein, der Oberkiefer fällt senkrecht ab. Die Hinterhauptsfläche fällt ziemlich gerade ab. Man findet diese Schädel in der Umgebung von fast allen Seehäfen auf meilenlangen Flächen, nur von einer dünnen Schicht von Flugsand bedeckt. »Sie zeigen mehrere Varietäten, welche aber durch Kunst hervorgebracht sind und sogar nach den Lokalitäten abweichen. Man findet nämlich den Hinterhauptsteil entweder nach der rechten oder nach der linken Seite stark abgeplattet, so daß die Wölbung des einen Seitenwandbeins ganz verschwindet, während die andere sehr stark hervortritt. Bei anderen aber ist der ganze Schuppenteil des Hinterhauptsbeins gleichmäßig gerade gedrückt, so daß die Scheitelbeinhöcker sich sehr stark entwickeln.«

»Daß diese Abnormitäten durch mechanische Einwirkungen hervorgebracht sind, unterliegt keinem Zweifel mehr. Wenn auch auf den ersten Anblick diese Mißbildung zu dem Schluß leiten könnte, daß die oben beschriebene viereckige Schädelform blos durch Druck hervorgebracht sei, so wird durch die Vergleichung einer großen Anzahl Schädel leicht die typische Form herausgefunden. Bei Kindern, die noch nicht einem mißbildenden Drucke durch Bänder oder Schienen ausgesetzt gewesen sind, nämlich bei ausgetragenen oder noch nicht geborenen Fötus, welche man ziemlich häufig auf den ausgedehnten Begräbnisplätzen der alten Indianer findet, zeigt sich schon die nämliche viereckige Form; das Nämliche gilt auch für die beiden folgenden Rassen, von denen ich ebenfalls Kinderschädel aus dem Fötuszustande zu beobachten Gelegenheit hatte«.

Die Aymaras haben einen Schädel, der, von oben gesehen, rund ist; die Stirne ist nach oben und hinten gedrückt, der Oberkiefer fällt schief ab. Das Hinterhaupt erscheint, von der Seite gesehen, gleichfalls eirund. — Merkwürdig ist, sagt Tschudi, die Übereinstimmung der Schädelbildung dieses Stammes mit der der Guanchos auf den canarischen Inseln, mit denen er auch in der Art des Konservierens der Leichname manche Ähnlichkeit hatte. Und doch sei es nicht wahrscheinlich, daß die beiden Stämme je auch nur in der entferntesten Berührung untereinander gestanden hätten.

Bei den Huancas ist das Stirnbein bis gegen seinen oberen Teil eingedrückt, der Schädel nach hinten und oben ausgezogen.

Einen Zweig der Aymaras bildeten die Incas. Indem diese die übrigen Stämme unterjochten, vermischten sich dieselben auch, und es entstanden neue Geschlechter mit Abweichungen von der für ein jedes derselben typischen Schädelbildung. So gehöre ein von Meyen als Incaschädel beschriebener Schädel einem von Aymara und Chincha abstammenden Individuum an. Weiter aber ist wichtig, was

v. Tschudi über die Schädelbildung der jetzt lebenden Indianer von Peru sagt:

»Die jetzigen Indianer von dem Teile von Peru, welcher früher unter spanischer Herrschaft stand und die sich noch frei von einer Mischung mit Weißen oder Negern gehalten haben, zeigen durch ihre Schädelbildung einen von den übrigen südamerikanischen Rassen ganz verschiedenen Stamm an, der leicht für einen Urstamm gehalten werden könnte, wenn nicht die uns schon bekannten Thatsachen bei genauer Betrachtung die allmähliche Entwicklung desselben aus den drei oben beschriebenen Stämmen nachweisen würden.

Der Schädel nähert sich in seinen Umrissen meistens der viereckigen Form des Chinchaschädels ..... Obgleich der größte Teil der Schädel der jetzigen Indianer mit diesen Angaben übereinstimmt, so findet man dennoch manche Abänderung davon und große Annäherung an eine der drei Urrassen. Daß diese Annäherungen an die eine oder andere Form von der Gegend, in welcher die Indianer leben, und die also früher auch der Stammsitz einer dieser Urrassen war, abhängt, ist leicht erklärlich, da in derselben die ursprüngliche Form immer noch etwas das Übergewicht hält«.

Tschudi tritt nun der Ansicht gegenüber, daß die ursprünglichen Schädelformen der drei Rassen — abgesehen von den erwähnten Abweichungen — künstlich gebildet seien, und er führt als Beweis dafür an, daß erst in neuester Zeit zwei Kindermumien nach England gebracht wurden, welche, nach der Beschreibung, die Dr. Bellamy (Ann. & Mag. of nat. hist. 1842) davon giebt, zu urteilen, dem Stamme der Aymaras angehörten. Die beiden Schädel zeigen (bei Kindern von einem Jahre) ganz die nämliche Form wie die der ausgewachsenen Individuen. Bei keiner der sehr vielen konservierten Kindermumien konnte Tschudi aber jemals Anzeichen eines Druckapparates am Kopfe finden.

Ist es richtig, daß schon die neugeborenen Kinder die Kopfform aufweisen, welche, wie gewöhnlich angenommen wird, bei ihren Eltern und Voreltern durch künstliche Mittel nach der Geburt hervorgebracht wurde, so haben wir hier einen sehr merkwürdigen Fall von Vererbung erworbener Eigenschaften vor uns. Tschudi bestreitet aber, daß die Mißbildung durch äußere Mittel (Einbinden oder Drücken) hervorgerufen worden sei. Bei keiner der sehr vielen vollständig konservierten Kindermumien, die er auch mit den vollständig erhaltenen Kleidungsstücken untersucht habe, konnte er jemals die geringste Anzeige eines Druckapparates um den Kopf finden. Gegen die Annahme künstlicher Mittel als Ursache der Mißbildung spreche insbesondere die Thatsache, daß alle drei Stämme in bestimmten Gegenden mit ihren mißgebildeten Schädeln noch unvermischt vorkommen, ohne daß irgend welche künstlichen Mittel zum Hervorbringen der Mißbildung bei ihnen angewendet werden.

Nun, diese Thatsache könnte sich ebenfalls durch Vererbung der ursprünglich — bei den Vorfahren — künstlich hervorgebrachten Mißbildung erklären.

Virchow spricht sich gegen die Annahme aus, daß das bei den Peruanern häufig vorkommende Getrenntbleiben des Interparietale seine Ursache in der künstlich hervorgebrachten Mißbildung des Schädels habe: 1) komme jenes Getrenntbleiben nach ihm vorliegenden ausgezeichneten Beispielen auch bei nicht mißgestalteten Schädeln von Peruanern und bei Malayen vor. 2) falle die Biegung des Hinterhauptes, d. h. die Stelle, wo der untere, mehr horizontale Teil mit dem oberen, mehr perpendiculären Teil zusammenstößt, niemals mit der Stelle der Quernaht zusammen; letztere liege vielmehr stets über derselben, meist sogar weit über derselben. 3) endlich sei daran zu erinnern, daß die Synostose der Quernaht gewöhnlich im dritten Monat des intrauterinen Lebens beginne und daß der mittlere Teil derselben schon zur Zeit der Geburt eine solche Festigkeit besitze, daß selbst bei Craniotabes gerade diese Stelle am längsten Widerstand leiste.

Trotzdem scheint es mir wahrscheinlich, daß das Getrenntbleiben des Interparietale bei den Peruanern durch die gewaltsame Mißgestaltung des Schädels begünstigt wurde. Zusammenpressen des Schädels auch unter der Naht wird ein Wachsen desselben in die Höhe begünstigen und veranlassen, daß der obere Teil der Schuppe gewissermaßen hinaufgeschoben wird, um, wie ich sagen möchte, die erzwungene Wachstumsrichtung zu bezeichnen.

Der dritte von Virchow aufgestellte Punkt scheint mir deshalb nicht maßgebend, weil auch in vielen anderen Fällen, auch bei anderen Menschenrassen, das Interparietale spät mit der Unterschuppe verwächst. Ist nun bei den Peruanern eine besondere Neigung zur Nichtverwachsung gegeben, wie sie ebenso bei den Malayen vorhanden zu sein scheint, so wird die durch Geschlechter fortgesetzte Mißgestaltung des Schädels, welche das Getrenntbleiben begünstigt, dieses Getrenntbleiben mehr und mehr auf die Rasse übertragen.

Nur auf diese Weise scheint mir auch die Thatsache erklärbar, daß bei den Peruanern die Mißform des Schädels vorkommt, welche sie heutzutage nicht künstlich hervorrufen. Aber ihre Vorfahren werden sie künstlich hervorgerufen haben.

Denn es ist doch kaum denkbar, daß gerade in dem Volke, welches seine Schädel früher mißgestaltet hat, nur heute ganz unabhängig von jener künstlichen Mißgestaltung ebendieselbe Mißgestaltung natürlich vorkommen sollte — während sie bei keinem anderen Volke vorkommt.

Wenn es richtig ist, daß heute unter Peruanern, ohne daß künstliche Mißgestaltung vorgenommen wurde, die verschiedenen außerordentlichen Formen von Schädeln vorkommen, welche die alten Peruaner künstlich erzeugt haben (verlängerte und durch Abplattung des Hinterhaupts verbreiterte und verkürzte), so erscheint die Annahme der Vererbung der Mißgestaltung vollends als begründet.

Nach Tschudi ist dies in der That der Fall. Man unterscheidet nach ihm, kurz zusammengefaßt, eine breite, wie er sagt, pyramidale, mit der Basis der Pyramide nach oben schauende und zwei langgestreckte Schädelformen, von welch letzteren die eine eine eingedrückte Stirn hat, die andere nicht. Die erste bezeichnet er, wie gesagt, als Stamm der Chinchas, die zweite mit d'Orbigny als Stamm der Aymaras, die dritte als Huancas.

Bei allen dreien sei die Mißbildung durch mechanische Einwirkungen entstanden, und bei allen dreien finde sich die entsprechende Mißgestaltung schon beim Kind und beim Fötus.

Alle drei Schädelformen kommen, wie schon erwähnt, nach Tschudi auch jetzt noch ohne mechanische Einwirkung vor.

Während aber Tschudi zuerst ausdrücklich annimmt, daß die Mißbildungen durch mechanische Einwirkung entstanden seien, tritt er entschieden der Annahme entgegen, daß die abnormen Formen ausschließlich durch Binden und Schienen u. s. w. sich gebildet hätten, eben weil sie schon beim Fötus und jetzt noch bei Erwachsenen auftreten, ohne daß eine mechanische Einwirkung stattfindet. Beides stimmt mit unserer Auffassung überein, welche Vererbung erworbener Eigenschaften zur Erklärung herbeizieht.

Übrigens möchte ich in einer solchen Frage nicht endgültig urteilen, ohne selbst eine Untersuchung der Schädel vorgenommen zu haben, welche mir einstweilen nicht möglich gewesen ist.

Es erübrigt mir nun, nachdem ich das Os Incae im allgemeinen besprochen und meine Ansicht über dasselbe kurz angedeutet habe, auf seine Beziehung zur Entwicklungslehre an der Hand der ausgedehntesten anatomischen Beurteilung der Frage, wie sie durch Virchow geschehen ist[1]), näher einzugehen und dann erst jene meine Auffassung genauer zu begründen.

Virchow's Ansichten über das Os Incae und über die Teile der Hinterhauptsschuppe überhaupt.

Zum Ausgangspunkt dieser Behandlung muß ich einige genauere Angaben Tschudi's nehmen, welche noch nachzutragen sind und auf welche Virchow sich beruft.

Tschudi sagt ausdrücklich, daß das Os Incae gerade den Teil einnimmt, welchen bei anderen Schädeln die Squama occipitis ausfüllt. Es verwachse gewöhnlich nach 4 oder 5 Monaten mit dem Hinterhauptsbein, und zwar beginne die Verwachsung in der Mitte und schreite langsam nach beiden Seiten hin fort. Am Ende des ersten Jahres sei sie hier noch nicht vollendet, während die Naht in der Mitte nur noch durch eine Furche angedeutet ist. Die Furche lasse sich bei allen Schädeln dieser Rasse auch im spätesten Alter leicht nachweisen. Häufig geschehe die

[1] A. a. O.

Verwachsung sehr spät. Es wird ein 10jähriges Kind der Chincharasse abgebildet, bei welchem sie noch offen ist. Tschudi hebt ausdrücklich hervor, daß wegen der Größenverhältnisse des Knochens von einer Verwechslung mit den Worm'schen Knochen nicht die Rede sein könne. Er sagt schließlich: »Im höchsten Grade merkwürdig ist es, daß bei einer Abteilung von Menschen uns plötzlich als konstante Erscheinung eine Bildung entgegentritt, die allen übrigen fehlt, die aber im nämlichen Verhältnis bei Wiederkäuern und Fleischfressern normal ist.

Tschudi, faßt Virchow zusammen, sagt also, 1) daß die Sutura transversa bei Peruanern noch in den ersten Monaten nach der Geburt vorhanden sei, 2) daß die nach ihrer Verwachsung zurückbleibende Furche das ganze Leben hindurch sichtbar bleibe. Gelegentlich bestehe die Quernaht immer.

Virchow erkennt davon an, daß keine andere Rasse bekannt ist, bei welcher die Squama superior häufiger das ganze Leben hindurch getrennt bleibt, als die altperuanische. Dann kommen wie gesagt die Malayen.

Virchow will den Nachweis führen, daß das Os Incae mehr eine Hemmungsbildung als eine Tierähnlichkeit (Theromorphie) sei. Es handle sich dabei um ein Negatives, nämlich um einen Mangel an Verknöcherung (Ossifikationsdefekt). »Damit gewinnen wir ihm eine Stelle unter den Abnormitäten, und es bleibt nichts übrig, als ihn vom Standpunkte der lebenden Generation aus als etwas Pathologisches anzusehen. Daraus folgt indes keineswegs, daß ihm eine Krankheit zu Grunde liegen müsse . . . . . Vorläufig werden wir wohl darauf verzichten müssen, den materiellen Grund der Störung aufzufinden. Sind wir doch bei den Störungen, die bis in den dritten Schwangerschaftsmonat zurückreichen, überhaupt in einer ungünstigen Lage. Sowenig wir bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft die Exencephalie der Hollenhühner erklären können, so wenig werden wir daran denken dürfen, die Causa sufficiens für die Persistenz der Quernaht zu enthüllen«.

Des weiteren weist Virchow darauf hin, daß das Nichtverwachsen des Os Incae mit der Unterschuppe nun positive Folgen für die Gestaltung der Schuppe und der benachbarten Kopfnaht habe. Es wachse anders, als es nach der Vereinigung mit der Unterschuppe wachsen würde. Es wird größer, als die Oberschuppe sonst zu sein pflegt. Es benachteiligt die Parietalia. Es verändert die Richtung und Ausdehnung der Lambdanaht. Auch die Unterschuppe wächst anders als sonst. Insbesondere vergrößert sie sich aus dem Gewebe der Quernaht, und es tritt ein zuweilen sehr geräumiges Stück neuen Knochens oberhalb der Protuberanz zu der Unterschuppe hinzu. In diesen fortschreitenden und sehr positiven Veränderungen liegt der theromorphe Anschein des Vorganges und für die Descendenztheorie die Versuchung, in dem Epactale einen tierischen Atavismus zu ermitteln. Wäre das Epactale ein tierisch-atavistisches Gebilde, so würde es auch, wie so viele gemeint haben, ein Merkmal niederer Rasse sein . . . . es sei aber nur eine niedrige Bildung im Sinne der individuellen menschlichen Entwicklung, aber nicht niedrig im

Sinne der Descendenztheorie und in Beziehung auf verwandte Säugetierformen. Gleichwie die weibliche Schädelbildung der kindlichen näher steht, ja bisweilen ganz und gar den Charakter der kindlichen bewahrt, so sehen wir hier sogar einen fötalen Charakter bestehen bleiben, ohne daß jedoch diese Fötalität die weitere Entwicklung hinderte. Vielmehr werde die Entwicklung des Gehirns dadurch begünstigt. Theromorphie an sich sei noch kein Anzeichen niederer Rasse. Die Cetaceen haben nur im fötalen, sehr wenige noch im jugendlichen Zustande ein getrenntes Interparietale, die Nager immer. Steht der gewöhnliche Mensch niedriger als der mit persistenter Quernaht? . . . . .

Andererseits wolle man in der fötalen Natur eines Zustandes einen Beweis der niederen Stellung sehen. Schaaffhausen sagt in seiner Abhandlung über die Form des menschlichen Schädels[1]) geradezu, gewisse Eigentümlichkeiten in der Organisation des vorgeschichtlichen Menschen träten nicht als Ausnahme, sondern als Regel auf, »und, was das Entscheidende für ihre Gesetzmäßigkeit ist, sie haben zum größten Teil einen fötalen Charakter, sie bezeichnen einen früheren Entwicklungszustand«. Wiederholt spreche er von einem »Stehenbleiben der kindlichen Form« als einem Merkmal niederer Rasse. Es sei noch keineswegs gesagt, erwidert Virchow, daß jede spätere Entwicklung im Gegensatz zu den früheren eine vollkommenere sei. Der typische Schädel des erwachsenen Menschen habe viel mehr Analogien mit dem typischen Schädel junger und selbst fötaler Affen als mit dem typischen Schädel erwachsener Affen, und man könnte ohne Schwierigkeit darthun, daß manche Eigenschaften des erwachsenen Menschenschädels ein Stehenbleiben auf der Form des kindlichen Affenschädels seien.

Weiterhin berührt Virchow, daß das Offenbleiben einer Naht ein kompensatorisches Phänomen sein könne und daß dies z. B. zuweilen bei der Stirnnaht zutreffe. Er will aber nicht behaupten, daß immer beim Offenbleiben von Nähten ein solcher kompensatorischer Zustand vorliege, und wendet die Frage auch auf die Sutura transversa nicht weiter an.

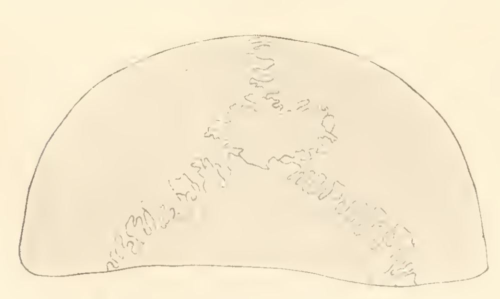


Abb. 12. Menschlicher Schädel, Os sagittale nach Virchow.

Hier muß ich hervorheben, daß Virchow als »eigentliches Os interparietale (s. sagittale) einen Knochen bezeichnet und abbildet (Taf. V, Fig. 5), welcher das Interparietale im Sinne der vergleichenden Anatomie, dem Os Incae oder dem größten unteren Teil desselben entsprechend, nicht ist. Der in der betreffenden Abbildung von Virchow

[1] Festschrift der niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilkunde zur Feier des 50jähr. Jub. d. Univ. Bonn 1868 S. 60.

wiedergegebene vierseitige, mit einer Spitze nach oben, der anderen nach unten gerichtete, außerhalb der fast geschlossenen Spitze der Hinterhauptsschuppe an Stelle des hinteren Teils der Pfeilnaht eingefügte Knochen entspricht wohl dem Praeinterparietale, möglicherweise einem Worm'schen Knochen ? .

Gegenüber diesem sogenannten echten Os interparietale unterscheidet Virchow 2) den hinteren Fontanellknochen, Os fonticulare posterius s. quadratum, bemerkt aber selbst, daß er unter Umständen vom vorigen nicht zu unterscheiden sei. Er sagt, er sei geneigt, alle diejenigen »Schaltknochen« an der Spitze der Hinterhauptsschuppe als fonticulär zu betrachten, welche eine mehr unregelmäßige oder, wenn regelmäßig, eine vierseitige, mit einer medianen Spitze nach abwärts, zuweilen sogar sehr tief in die Schuppe eingreifende Gestalt besitzen. Dagegen möchte er die dreieckigen, mit einer einzigen Spitze gegen den Winkel der Lambdanaht gerichteten, aber gegen die Schuppe geradlinig abgegrenzten Knochen als Teile der letzteren, also als occipitale Bestandteile ansehen.

Diese letztere Auffassung ist gewiß insofern vollkommen richtig, als es sich in dem gegebenen Falle unzweifelhaft um das Praeinterparietale handelt, welches auch beim Menschen bestehen bleiben kann oder, häufiger, embryonal oder noch bei der Geburt in zwei Knochen angelegt erscheint, ebenso wie der nach unten von ihm gelegene viel größere Knochen, das Interparietale centrale. Das Interparietale kann sich aber auch in die Spitze der Schuppe fortsetzen, indem diese nicht durch ein besonderes Praeinterparietale gebildet wird, oder indem doch die embryonale Entstehung einer solchen nicht bekannt ist. In dieser Form ist es, wie schon bemerkt, als Os Incae beschrieben worden, und in dieser Form bildet es auch Virchow auf seiner Tafel IV, Fig. 6 ab. — Bezüglich der übrigen auf dieser Tafel abgebildeten, als Os Incae gedeuteten Knochen ist es mir, wie später noch besonders behandelt werden soll, zweifelhaft, ob sie wahre Incae, d. h. Interparietalia, oder ob sie nicht Praeinterparietalia sind.

In Fig. 1—3 Taf. V bildet Virchow Schädel mit unzweifelhaftem Praeinterparietale ab unter der Bezeichnung: hintere Fontanellknochen.

Was Virchow als hinteren Fontanellknochen von seinem »eigentlichen Os interparietale s. sagittale« unterscheidet und unterschieden abbildet, ist nämlich kaum zu trennen. Bei ersterem liegt allerdings der gesonderte Knochen hinter der Pfeilnaht, bei letzterem noch darin, entsprechend Nahtknochen, Worm'schen Knochen. Aber giebt es nicht



Abb. 13. Fontanellenknochen und Os quadratum nach Virchow.

Übergänge zwischen beiden Zuständen? Und ferner: Giebt es nicht Zwischenstufen zwischen der nach unten spitzen und der geradlinigen Abgrenzung des die Spitze der Schuppe einnehmenden Knochens? Soll z. B. dieser Knochen an dem auf Taf. V, Fig. 1 bei VIRCHOW abgebildeten Schädel der Schuppe angehören, der in Fig. 2 ebenda abgebildete ein Fontanellknochen sein, weil er nach unten etwas mehr zugespitzt ist? Gewiß nicht. Ich halte beide für Praeinterparietalia.

3) unterscheidet VIRCHOW den Spitzenknochen der Hinterhauptsschuppe, der aus den zwei Knochenkernen MECKEL's hervorgeht und doppelt bleiben oder einfach werden kann = Praeinterparietalia.

RAMBAUD und RENAULT bezeichnen diesen Knochen als Epactale. 4) unterscheidet VIRCHOW die lateralen Schaltstücke der Hinterhauptsknochen, von welchen später die Rede sein wird. 5) das Os epactale proprium s. Os Incae, d. h. wie ich hinzufüge, das Os interparietale der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte.

Als regelmäßige, auf die Entwicklungsgeschichte und vergleichende Anatomie zurückzuführende Bildungen sind nur Interparietale bezw. Interparietale centrale in unserem Sinne und Praeinterparietalia zu bezeichnen, abgesehen von den »lateralen Schaltstücken«.

Das Os sagittale VIRCHOW's kann also wohl einem Nahtknochen, WORM'schen Knochen entsprechen, es kann aber auch ein abgetrenntes Praeinterparietale sein. Das VIRCHOW'sche Os fonticulare posterius und sein Spitzenknochen (Praeinterparietale) lassen sich nicht trennen — der letztere ist fast immer, der erstere wohl ebenso als Praeinterparietale aufzufassen — WORM'sche Knochen können eine Täuschung vielleicht verursachen. Aber das wäre nur durch die Entwicklung vielleicht nachzuweisen.



Abb. 14. Os Incae tripartitum nach VIRCHOW.

Als besonders bemerkenswert hebt VIRCHOW die Fälle hervor, wo neben den seitlichen Schaltknochen (vergl. später) eine offene Sutura transversa bleibe. Dann komme es vor, daß die ganze Fläche der Hinterhauptsschuppe in drei große, nebeneinandergelegene Abschnitte zerteilt wird. Man könne dies als Os Incae (epactale) tripartitum bezeichnen. VIRCHOW beschreibt nun einen, wie er sagt, sehr schönen Fall dieser Art und bildet denselben in Taf. V, Fig. 8 ab. Einen anderen führt MECKEL[1]) an, der von SCHREIBER[2]) beschrieben und abgebildet wird; noch andere führt

[1]) MECKEL, Pathol. Anat. Bd. 1 S. 321.

[2]) SCHREIBER, Obs. Anat. pr. in nov. comm. Ac. Petropol. t. III p. 396 tab. 9.

Jacquart auf[1]). Wenn man aber diese Abbildungen vergleicht, so findet man, daß sie wohl kaum alle dasselbe darstellen, und wenn man sie z. B. mit anderen Abbildungen vergleicht, welche die Jacquart'sche Tafel vom Os Incae enthält, so kommt man zu der Überzeugung von der Richtigkeit der Ansicht, welche sich mir schon beim ersten Anblick der Virchow'schen Abbildung aufdrängte, daß es sich hier ebensowohl wie in Fig. 5 und 7 Jacquart's und wahrscheinlich gleichermaßen in der Abbildung Schreiber's in dem mittleren der drei Knochen nicht um das Os Incae oder interparietale, sondern um das Praeinterparietale handle, welches bei Virchow, Schreiber und in Fig. 5 bei Jacquart sehr vergrößert ist, in der gleichfalls von Virchow angezogenen Fig. 7 Jacquart's aber in ursprünglicher Größe erscheint. Die von Jacquart und Virchow als seitliche Teile eines dreifachen Epactale gedeuteten Knochen würden nach unserer Auffassung den Interparietalia lateralia entsprechen. Gegen solche Deutung scheinen die Fälle zu zeugen, in welchen zwei solche Seitenteile vorhanden sind, ein größerer und ein kleinerer (Jacq. Fig. 7, 8, 10). Aber gerade Fig. 7 zeigt die Richtigkeit unserer Erklärung, denn dort ist der innere (große) rechte Seitenknochen offenbar mit dem hinter dem Praeinterparietale gelegenen Interparietale centrale noch in Verbindung. Zwei Seitenknochen sind deutlich auch rechts in Fig. 10 vorhanden, wo wiederum der mittlere Knochen dem Praeinterparietale entspricht, denn er reicht lange nicht bis zur Lage der Sutura transversa herab. Man vergleiche hierzu Fig. 5, wo die Sutura transversa weit unter dem von Jacquart und Virchow sogenannten Epactale gelegen, links noch eine Strecke weit offen ist! Der rechts davon gelegene Knochen ist das Interparietale laterale. Auch in Fig. 8 Jacq. haben wir ein großes Praeinterparietale, große Interparietalia lateralia, außerdem kleinere Schalt- bezw. Zwickelknochen, insbesondere einen solchen vor dem Praeinterparietale in der Naht.

Das wirkliche Os Incae s. epactale ist bei Jacquart in Fig. 1, 2, 3, 4, 6 in seiner ursprünglichen Gestalt dargestellt, in Fig. 2 mit einem besonderen Praeinterparietale in zwei Hälften, von Jacquart als Worm'sche Knochen bezeichnet. Der Abbildung Fig. 9 bei Jacquart entspricht Fig. 7 (S. 27) in der »Anatomie des menschlichen Kopfes« von Luschka[2]. Zwei große Seitenschaltknochen, ähnlich wie bei Jacquart Fig. 8, bei Virchow Taf. V, Fig. 8 und bei Schreiber, sind auch bei Luschka ebenda Fig. 8 abgebildet, aber ohne Trennung des mittleren Stückes der Schuppe nach unten durch eine Quernaht, welche Virchow für die Sutura transversa erklärt. Die Luschka'schen Abbildungen sind übrigens offenbar von den zwei Fällen hergenommen, welche R. Zeller in seiner unter Luschka gearbeiteten Dissertation beschrieben und bildlich dargestellt hat[3]. Leider konnte ich diese Dissertation nur ohne Abbildungen bekommen.

---

1) H. Jacquart, Journal de l'anat. et de la physiol. par Robin 1865. Taf. XXV. Fig. 8. 7. 5 (einseitig).

2) H. Luschka. Anat. des menschl. Kopfes. Tübingen 1867.

3) R. Zeller, Über die Schalt- und Nahtknochen des menschl. Schädels. Inaug.-Diss. Tübingen 1862.

Ich sprach die Ansicht aus, daß der mittlere der drei, das Os Incae tripartitum VIRCHOW's (Os épactal formé de trois pièces von JACQUART) darstellenden Knochen nicht dem Interparietale, also nicht dem Os Incae entspreche, sondern einem vergrößerten Praeinterparietale, weil er nicht weit genug nach unten reicht. Dasselbe gilt für die soeben erwähnten, dem VIRCHOW'schen entsprechenden mittleren Knochen bei R. ZELLER bezw. LUSCHKA. VIRCHOW sagt selbst [1]), der mittlere Teil (der »innere Abschnitt«, wie er sich ausdrückt, im Gegensatz zu dem seitlichen) erstreckt sich gegen die Protuberantia occipitalis externa, so jedoch, daß die letztere stets unter demselben gelegen ist.

Der mittlere Knochen des VIRCHOW'schen »Os Incae tripartitum« aber reicht lange nicht bis zur Protuberantia occipitalis externa herab.

Offenbar hat VIRCHOW und haben seine Nach- und Vorarbeiter viel zu wenig Gewicht auf die Bedeutung der Praeinterparietalia gelegt, oder es ist von ihnen nicht berücksichtigt und mit anderen Knochen verwechselt worden. Dadurch droht große Verwirrung in die ganze Frage einzudringen. Ich will noch einmal, kurz zusammengefaßt, die VIRCHOW'sche Bezeichnung und Erklärung der meinigen gegenüberstellen und einige Ergänzungen zu dem Gesagten hinzufügen, um solcher Verwirrung zu begegnen.

1. Was VIRCHOW als eigentliches Os Interparietale oder sagittale bezeichnet und in Taf. V, Fig. 5 abbildet, ist meiner Deutung nach ein Praeinterparietale (oder ein WORM'scher Knochen).

2. Was VIRCHOW als hinteren Fontanellknochen, Os fonticulare s. quadratum bezeichnet und in Fig. 4, Taf. V abbildet, ist ebenfalls ein Praeinterparietale.

3. Was VIRCHOW als Spitzenknochen des Hinterhauptsbeins, Os squamae occipitis s. triquetrum bezeichnet und in Taf. V, Fig. 6 und 7 abbildet, ist gleichfalls ein — und zwar ein doppeltes — Praeinterparietale. Was er unter demselben Namen auf Taf. V, Fig. 1, 2 und 3 abbildet, ist ein einfaches Praeinterparietale.

4. Was VIRCHOW auf Taf. IV abbildet und Os epactale proprium oder Os Incae nennt, entspricht meiner Ansicht nach nur in einem Falle, in Fig. 6, unzweifelhaft diesem Knochen. Nur in diesem einen Falle ist der betreffende Knochen unten durch eine unzweifelhafte, unmittelbar über der Protuberantia occipitalis externa liegende Sutura transversa abgegrenzt und nimmt den ganzen oberen Teil der Squama occipitis ein. In den anderen fünf Fällen liegt die Naht höher, und der durch sie begrenzte Knochen dürfte daher vielleicht eher einem vergrößerten Praeinterparietale entsprechen, in Fig. 3 und 4 vielleicht einer Verwachsung von Praeinterparietale und zwei Interparietalia lateralia.

5. Letztere Auffassung scheint der von VIRCHOW auf Taf. V in Fig. 8 abgebildete Fall zu bestätigen, welcher von ihm, übereinstimmend mit JACQUART, als Os Incae s. epactale tripartitum bezeichnet ist. In diesem

[1]) A. a. O. S. 71.

Fall ist der mittlere Knochen ein Praeinterparietale, die seitlichen sind Interparietalia lateralia, und die Ausdehnung dieser drei Knochen zusammen entspricht eben derjenigen der auf Taf. IV in Fig. 3 und 4 als Os Incae von Virchow abgebildeten Knochen. (In Fig. 4 würde, wenn meine Auffassung richtig ist, oben noch ein Worm'scher Knochen liegen.)

6. Ein unzweifelhaftes Os Incae hätte Virchow meiner Ansicht nach nur an dem in Fig. 6, Taf. IV abgebildeten Schädel vor sich gehabt und mit dem richtigen Namen belegt. Nur hier ist eine Sutura transversa in ihrer richtigen Lage vorhanden. Dieses Os Incae schließt Interparietale centrale und Praeinterparietale ein.

7. Das wirkliche, reine Interparietale centrale hatte Virchow in Fig. 1 und 2, Taf. V vor sich, ein Os Incae mit noch gesondertem Praeinterparietale. Er wendet eben hier den Namen Os Incae nicht an, so wenig wie die Bezeichnung Interparietale, denn den ersten dieser Begriffe faßt er, wie wir wissen, ganz anders (vergl. No. 1), den zweiten wenigstens teilweise anders, ein Os Incae würde nach ihm stets Interparietale + Praeinterparietale einschließen. (Nur nebenbei sei bemerkt, daß Virchow das Praeinterparietale in Taf. V, Fig. 1 in der Tafelerklärung als hinteren Fontanellknochen mit Fragezeichen, im Text aber als Spitzenknochen bezeichnet; Fig. 2 in der Tafelerklärung als Fontanellknochen, im Text als Os triquetrum, — jedenfalls das Erstere zum Beweis für meine Ansicht, daß beide Knochen nicht zu trennen sind. Die Namen Os quadratum und Os triquetrum können zwar für die betreffende Gestalt des Praeinterparietale sehr bezeichnend sein, aber ohne den Zusatz: Squamae occipitis dürften sie auch dann nicht gebraucht werden, weil sie in der Knochenlehre schon vergeben sind.)

Meine Auffassung gegenüber der Virchow'schen Deutung des wahren Os Incae stützt sich also vor allem auf die dasselbe nach unten begrenzende Naht, gründet sich auf die Ansicht, daß das, was Virchow als Sutura transversa ansieht, nicht immer unzweifelhaft eine solche sei.

Überall da, wo die Sutura transversa in den mir vorliegenden Abbildungen von embryonalen Hinterhauptsbeinen gezeichnet ist, verläuft sie dicht über der Protuberantia occipitalis externa quer herüber, ebenso an den ausgewachsenen Schädeln, welche z. B. Jacquart in Fig. 1, 4, 5, 6 mit unzweifelhaftem Os Incae bezw. Interparietale abbildet.

Dagegen zeigt die Vergleichung der verschiedensten Abbildungen, daß thatsächlich das Praeinterparietale in der Größe sehr wechselnd ist, daß seine untere Grenze zuweilen bis unter die Mitte des Hinterhauptsbeins herabreicht, in Fällen, wo ein gesondertes Interparietale mit Sutura transversa noch vorhanden ist (z. B. Jacquart Fig. 5). So glaube ich schon aus diesem Grunde in dem Knochen, welchen Virchow auf seiner Taf. IV in Fig. 1—5 als Os Incae beschreibt, ein Praeinterparietale vermuten zu sollen.

Ferner geht aber die untere Grenzlinie des von Virchow als Os Incae bezeichneten Knochens fast überall stark im Bogen von einer Seite zur anderen, die Sutura transversa der Neugeborenen geht aber geradlinig

quer von einer Seite zur andern. Dasselbe ist der Fall in den Abbildungen, welche TSCHUDI vom Os Incae bezw. vom Interparietale giebt. TSCHUDI geht eben von der Annahme aus, welche für meine Auffassung vor allem grundlegend ist, daß das Os Incae immer einem Interparietale entspricht und die ganze über der Protuberantia occipitalis externa gelegene Hinterhauptsfläche einnimmt.

Man könnte also ein wahres und ein falsches Os Incae unterscheiden: das letztere würde einem Praeinterparietale entsprechen.

Indessen wird erst die weitere Verfolgung der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Interparietale, die Feststellung der Lage der Sutura transversa an noch zahlreicheren Fällen endgültig entscheiden lassen können, ob meine in einigen der vorstehenden Sätze ausgesprochenen Zweifel an der VIRCHOW'schen Deutung richtig sind. (Satz 4,5.) Wenn ja, so müßten neue Procentzahlen für das Vorkommen des Os Incae aufgestellt werden. Aber es scheint mir ohnedies, daß die ganze Frage auf Grund der in Vorstehendem gegebenen Gesichtspunkte neu untersucht werden muß[1].

Erklärung der Entstehung der Hinterhauptsschuppe mithilfe verschiedener neuer Knochen nach allgemeinen Entwicklungsgesetzen.

Entwicklungsstillstand (Genepistase). Männliches Uebergewicht (Männliche Praeponderanz) Unabhängige Entwicklungsgleichheit (Homoeogenesis). Verschiedenstufige Entwicklung (Heterepistase). Rückschlag (Atavismus).

Interparietalia centralia und Praeinterparietalia sind neue Knochen: sie treten neu bei den Säugern auf, den übrigen Wirbeltieren fehlen sie. Sie erscheinen ursprünglich als gesonderte Verknöcherungspunkte, welche keine selbständigen Knochen bilden, sondern mit der Schuppe verwachsen. Im Zusammenhang mit dem Wachsen, der Erweiterung des Schädeldaches führten die Anlagen der Interparietalia centralia bei vielen Säugern, die der Praeinterparietalia bei Pferden, Raubtieren, beim Menschen zur Entstehung von Knochen, welche lange oder gar zeitlebens getrennt bleiben. Sie wurden mit der Ausdehnung des Schädeldaches somit mehr und mehr zu selbständigen Knochen, zu neuen bleibenden Teilen des Schädels. Solchen neuen Knochen begegnen wir ja wiederholt in der Reihe der Wirbeltiere auch sonst am Schädel, während andererseits ursprünglich getrennte Knochen bei verwandten Formen verwachsen können, wie es z. B. mit den Keilbeinen bei den höheren Wirbeltieren gegenüber den niederen der Fall ist.

Die Interparietalia centralia und Praeinterparietalia sind ursprünglich Schaltknochen, welche mehr und mehr sich zu beständigen Teilen der Hinterhauptsschuppe herausgebildet haben und welche sogar vielfach zu selbständigen, beständigen Knochen geworden sind. — Die Interparietalia lateralia stehen aber noch mehr auf der Stufe von Schaltknochen,

[1] Vergl. das vorn über die RANKE'sche Arbeit Gesagte. C. F. und M. v. L.

aber auch sie sind da und dort selbständige Knochen geworden. Das Ossiculum Kerckringii ist ein nur zuweilen beim Menschen aus einem besonderen Knochenkern neu auftretendes Knöchelchen und als solches zu den Schaltknochen zu rechnen, aber es verwächst stets mit der Umgebung, d. h. mit der Unterschuppe. Übrigens ist sein Vorkommen und seine Naturgeschichte überhaupt noch näher zu verfolgen.

Virchow meint, die jetzt geläufige Art der anthropologischen Betrachtung, welche mit vorgefaßter Absicht in die Forschung eintrete, habe einen doppelten Fehler, und gerade das Epactale sei geeignet, beide Fälle zu erläutern. 1) Man suche Theromorphie auf, um Kennzeichen niederer Rasse zu haben (also für den Menschen). Aber Tierähnlichkeit sei an sich noch kein Kennzeichen niederer Rasse. 2) Man suche in der fötalen Natur eines Zustandes einen Beweis der niederen Stellung — folgen die schon wiedergegebenen Bemerkungen gegen Schaaffhausen und über Menschen und Affenschädel. — Es geben diese Äußerungen wie andere selbstverständlich gegen die Descendenztheorie bezw. gegen die Verwertung der mit dem Os Incae zusammenhängenden Ursachen zu Gunsten der Abstammung des Menschen von niederen Wirbeltieren. — Wir werden sehen, daß Virchow wohl bis zu einem gewissen Grade im Recht ist mit seinen Einwendungen; allein die Bedeutung der Descendenztheorie an sich, ihre Anwendung auf den Menschen und die Berechtigung von Schlußfolgerungen aus der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte auf die Abstammung auch des Menschen beseitigt er damit keineswegs, so wenig wie er selbst eine befriedigende Erklärung für das Bestehenbleiben des Os Incae zu geben vermag.

Die Erklärung dieses Bestehenbleibens ergiebt sich wie die von unzähligen anderen Thatsachen eben nur mithilfe der Entwicklungslehre und ihrer Anwendung auch auf den Menschen. Diese beseitigen zu wollen ist eine Bemühung und wird sie bleiben, welche des Schweißes der Edlen nicht wert ist.

Zur Erklärung der verschiedenen bezüglichen Thatsachen muß ich auf zwei Gesetze hinweisen, auf welche meine Theorie von der Entstehung der Arten mit begründet ist, auf das Gesetz des Entwicklungsstillstandes, der Genepistase, und auf das der unabhängigen Entwicklungsgleichheit, der Homoeogenesis[1]). Ein weiteres von mir aufgestelltes allgemeines Gesetz, das der männlichen Präponderanz, die Thatsache, daß die Männchen überall in der Entwicklung vorangehen, neue, vorgeschrittenere Eigenschaften zuerst annehmen, während die Weibchen auf jugendlicherer Stufe stehen bleiben, ist auch durch anthropologische Thatsachen bestätigt, nach den eigenen vorhin erwähnten Worten Virchow's bezüglich der weiblichen Menschenschädel[2]). Dieselbe Bestätigung finden die übrigen zwei Gesetze durch diese Thatsachen —

1) Vergl. meine Arbeit über »Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen« I S. 9.

2) S. 111.

obschon sie ursprünglich auf Grund von Beobachtungen an Eidechsen, Schmetterlingen u. a. aufgestellt worden sind!

Das Gesetz der unabhängigen Entwicklungsgleichheit oder Homoeogenesis besagt, daß aus inneren, konstitutionellen Ursachen, auf Grund ähnlicher Zusammensetzung des Körpers, gleiche »physiologische« Anregung vorausgesetzt, bei nicht unmittelbar verwandten Tierformen ganz dieselben Eigenschaften auftreten können. Dieser Fall könnte gegeben sein bei dem Interparietale (bezw. Os Incae) z. B. des Menschen und der Nager und bei dem Praeinterparietale des Menschen und des Pferdes.

Die physiologische Anregung kann im vorliegenden Falle wohl nur in gewissen mechanischen Verhältnissen der Ausdehnung der Schädelkapsel zu suchen sein.

Es ist also nach meiner Auffassung Virchow ganz im Recht, wenn er dagegen spricht, daß das Auftreten des Incaknochens beim Menschen ohne weiteres zur Annahme der Abstammung des letzteren von Nagern und Verwandten verwendet wird; aber ebenso unbegründet wäre es, im Zusammenhang mit anderen Thatsachen verkennen zu wollen, daß jenes Auftreten mit ursprünglichen, wenn auch sehr weitläufigen Verwandtschaftsbeziehungen zu thun hat, daß es ein Zeichen der Abstammung von gemeinsamem Blute ist.

Auch dann, wenn das Os Incae nach dem Gesetz der unabhängigen Entwicklungsgleichheit entstände, wäre es also als eine theromorphe, eine tierähnliche Bildung zu bezeichnen. Aber es müßte deshalb nicht auch ein Merkmal niederer Rasse sein. Somit hätte es auch keinen Anstand, daß es gerade bei den Peruanern, »einem Kulturvolk von sehr selbständigem Charakter«, vorkommt. — Daß es sich bei den alten Peruanern und Malaien am häufigsten findet, wäre nur eben wieder ein Beleg für unabhängige Entwicklungsgleichheit — ein Gesetz, welches, wenn es weiter bekannt und angewendet sein wird, allerdings vielem mit Stammbäumen und überhaupt Abstammung getriebenem Unwesen ein Ziel setzen muß. — Übrigens ist hervorzuheben, daß die Amerikaner wohl unzweifelhaft desselben Ursprungs mit den Malayen sind.

Wenn die Menschen in gerader Linie von den Nagern abstammten, was anzunehmen von vornherein ungereimt ist, so könnte das Interparietale (Os Incae) doch bei den Zwischengliedern fehlen und erst beim Menschen wieder auftreten. Aber es kann nach meinem Gesetz auch bei zwei Formen unabhängig auftreten, bei deren gemeinsamen Vorfahren es gar nicht vorhanden war, z. B. bei den Formen b^1 und b^2, welche nach zwei Seiten von einer gemeinsamen Form a ausgegangen sind.

Ganz dasselbe, was für das Interparietale gilt, gilt nun selbstverständlich auch für das Praeinterparietale im besonderen.

Das zweite, von mir hier zu verwertende Gesetz, das des Entwicklungsstillstandes oder der Genepistase besagt, die Thatsache der Trennung der Organismenkette in Arten (für welche bisher eine Erklärung

— auch von Darwin — nicht gegeben worden ist) werde wesentlich mit dadurch hervorgerufen, daß einzelne Glieder derselben auf dem Wege der Umbildung, welche überall nach wenigen bestimmten Richtungen geschieht, stehen bleiben, während andere fortschreiten (dazu kommt, abgesehen von der Beihilfe räumlicher Trennung, dann noch infolge von Abneigung der Abarten und infolge von korrelativer Veränderung der Geschlechtsprodukte entstehende Verhinderung geschlechtlicher Mischung). Ich bin sehr erfreut, zu sehen, daß nach den Befunden Schaaffhausen's auch dieses von mir als ein allgemeines von vornherein aufgestellte Gesetz in der Anthropologie schon Stützen hatte, bevor ich es aussprach, indem Schaaffhausen sagt, »gewisse Eigentümlichkeiten in der Organisation des vorgeschichtlichen Menschen träten nicht als Ausnahme, sondern als Regel auf« und, »was das Entscheidende für ihre Gesetzmäßigkeit ist, sie haben zum größten Teil einen fötalen Charakter, sie bezeichnen einen früheren Entwicklungszustand«, und indem er von einem »Stehenbleiben der kindlichen Form« spricht als Merkmal niederer Rasse.

Der Widerspruch Virchow's gegen diese Sätze geht auch hier eben gegen die Nutzanwendung bezüglich niederer Rasse, gegen die Verwertung für die Abstammung des Menschen im Sinne der Descendenzlehre. Warum soll an sich nicht von kindlicher Form als Merkmal niederer Rasse geredet werden dürfen? Daß »jede spätere Entwicklung im Gegensatz zu den früheren eine vollkommenere sei«, was Virchow dagegen verneint, ist doch mit den Worten Schaaffhausen's nicht gesagt. Wenn Virchow als Beweis für seinen Widerspruch anführt, der typische Schädel des erwachsenen Menschen habe viel mehr Analogie mit dem junger und selbst fötaler Affen, und man könnte darthun, daß manche Eigenschaften des erwachsenen Menschenschädels ein Stehenbleiben auf der Form des kindlichen Affenschädels seien, so läßt sich auch dies mit den Angaben Schaaffhausen's und mit dem Gesetz vom Entwicklungsstillstand, so wie ich es fasse, vollkommen in Übereinstimmung bringen. Andererseits hat Virchow aber nach dieser meiner Auffassung auch wieder Recht, wenn er sich gegen die Anwendung des Ausdrucks »niedere Rasse« in dessen unbedingter Bedeutung stellt.

Denn es kann ein Tier in Beziehung auf eine Eigenschaft in der Entwicklung stillstehen, in Beziehung auf andere aber vorgeschritten sein — dies habe ich als verschiedenstufige Entwicklung oder Heterepistase bezeichnet. Es kann also eine Form, welche gewisse ursprüngliche, fötale, kurz genepistatische oder »Merkmale niederer Rasse« hat, auf der anderen Seite sehr hoch entwickelt sein, so daß sie deshalb nicht niedriger, sondern daß sie sogar hoher Rasse ist. Demnach stempelt die Selbständigkeit des Interparietale die alten Peruaner keineswegs zu einer niederen Rasse, aber es braucht dieselbe in diesem Falle auch nicht ein Merkmal niederer Rasse zu sein, wenn man sein häufiges Vorkommen bei den Malayen in dieser Beziehung nicht beiziehen will. Es könnte sogar bei den Peruanern mit bedeutenderer Entwicklung des Gehirns, wie Virchow hervorhebt, in der That

zusammenhängen, wenn nicht näher läge, es hier mit der künstlichen Mißgestaltung des Kopfes in Beziehung zu bringen.

Sind selbständige Interparietalia centralia und Praeinterparietalia beim Menschen ein Fortschritt oder ein Rückschritt oder sind sie Zeichen eines einfachen Entwicklungsstillstandes?

Sie können nach Vorstehendem letzteres beides sein, ohne daß die Rasse, bei welcher sie vorkommen, deshalb eine niedere wäre. Sie können morphologisch Rückschritt bezw. Rückschlag oder Entwicklungsstillstand sein und könnten dann physiologisch doch einen Fortschritt bezeichnen, indem sie der Entwicklung des Gehirns Raum schaffen.

Lassen wir also die »niedere Rasse« und den »niederen Zustand« ganz weg. Das fortwährende Hervorziehen dieser Begriffe hindert nur die wissenschaftliche Lösung dieser und anderer Fragen.

Das Bestehenbleiben des Epactale und des Interparietale apicale beim Menschen ist aber nach Vorstehendem kein »Hemmungsverhältnis« im Sinne eines »Defekts«, es ist nichts Pathologisches, und es ist keine »Abnormität« im Sinne einer Abweichung von der Gesetzmäßigkeit, sondern es ist ein Fall, welcher sich aus der Gesetzmäßigkeit der Entwicklung erklärt und in dieselbe einfügt.

Paukenring.

Von anderen neuen Schädelknochen, welche mit ihrer Nachbarschaft verwachsen können und welche, ohne daß unmittelbare mechanische Ursachen zu ihrer Entstehung aufgestellt werden könnten, aus Bindegewebe hervorgehen, gehört hierher bei Säugern auch der

Paukenring, Annulus tympanicus.

Derselbe vereinigt sich nur bei einigen Formen nicht mit dem Felsenbein, so bei den Walen und unter den Robben bei *Cystophora*.

Der Entstehung nach gehören hierher auch die

Zwischenkiefer, Ossa intermaxillaria.

Ihre knöcherne Ausbildung nimmt beim Menschen den Anfang in der 8.—9. Woche in Gestalt von zwei kleinen Knöchelchen[1]), welche bald mit den Oberkiefern verwachsen. Sie verwachsen gewöhnlich ebenso bei den übrigen Säugern, bleiben aber frei bei den Wiederkäuern, dem Schwein, den meisten Raubtieren, solange letztere nicht sehr alt sind, und bei den Beuteltieren. Sie bleiben also augenscheinlich frei in den Fällen, in welchen die in ihnen befestigten Schneidezähne für die Zerkleinerung der Nahrung nur eine geringe oder gar keine Bedeutung haben bezw. da, wo die Schneidezähne fehlen. In solchen Fällen sind sie zuweilen auch verkümmert oder fehlen sogar ganz. Ihre Ausbildung und ihre Verwachsung erscheint also auch hier, wie wir näher

1) Theodor Kölliker: Nova acta Acad. L. C. Bd. 43. 1882.

darlegen werden, als Folge mechanischer Thätigkeit, wie umgekehrt die Unterkiefer nicht nur verkümmern, sondern auch nicht mehr verwachsen in Fällen, in welchen sie außer Gebrauch gesetzt sind, so bei *Myrmecophaga* und *Echidna*.

Goethe über den Zwischenkiefer. Schon bei GOETHE finden wir Bemerkungen über die besondere Gestaltung des Zwischenkiefers bei verschiedenen Tieren in Bezug auf den Gebrauch.

Die Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen machte GOETHE am 27. März 1784, als er mit Loder eine Spazierfahrt nach Jena ausführte und mit ihm Menschen- und Tierschädel verglich. Er schreibt mit begeisterter Freude an HERDER's Frau von seiner Entdeckung, daß auch der Mensch den Zwischenknochen der oberen Kinnlade habe wie die Säugetiere. Er gab offenbar sehr viel auf diese Entdeckung, kam immer wieder auf dieselbe zurück, machte aber bekanntlich mit ihr schlechte Erfahrungen und erlebte bittere Enttäuschungen bei den Gelehrten, von denen keiner ihm glauben wollte. Er spricht darüber in dem Aufsatz, welcher 1831 in den Nova Acta der Kais. Leopoldin. Carolin. Gesellschaft der Naturforscher mit 5 Tafeln abgedruckt wurde, nachdem derselbe schon 1786 verfaßt und 1817 in der Schrift »Zur Morphologie I. Band« veröffentlicht worden war.

Er erwähnt in dieser Abhandlung, daß schon die Alten diesen Knochen kannten [1]), und sagt weiter: »Neuerdings ist er sehr merkwürdig geworden, da man ihn als ein Unterscheidungszeichen zwischen dem Affen und Menschen angegeben. Man hat ihn jenem Geschlecht zugeschrieben, diesem abgeleugnet [2]), und wenn in natürlichen Dingen nicht der Augenschein überwiese, so würde ich schüchtern sein, aufzutreten und zu sagen, daß ich diese Knochenabteilung gleichfalls bei dem Menschen finde«.

Weiterhin sagt GOETHE vom Zwischenkiefer: »Er ist bei verschiedenen Tieren von sehr verschiedener Gestalt und verändert, je nachdem er sich vorwärts streckt oder sich zurückzieht, sehr merklich die Bildung. Sein vorderster, breitester und stärkster Teil, dem ich den Namen des Körpers gegeben, ist nach der Art des Futters eingerichtet, das die Natur dem Tiere bestimmt hat; denn es muß seine Speise mit diesem Teile zuerst anfassen, ergreifen, abrupfen, abnagen, zerschneiden, sie auf eine oder andere Weise sich zueignen; deswegen ist er bald flach und mit Knorpeln versehen, bald mit stumpferen oder schärferen Schneidezähnen gewaffnet, oder erhält eine andere, der Nahrung gemäße Gestalt.

In Taf. V, Fig. 2 bildet GOETHE einen rechten Oberkiefer samt Zwischenkiefer des Menschen von innen gesehen ab und sagt dazu: »Man sieht ganz deutlich die Sutur, die das Os intermaxillare von der

---

1) GALENUS, Lib. de ossibus. Cap III.

2) CAMPER's sämmtliche kleine Schriften, herausgeg. von HERBELL. Ersten Bandes zweites Stück S. 93, 94. BLUMENBACH, De varietate generis humani nativa S. 33.

Apophysis maxillae superioris trennt. Sie kommt aus den Canalibus incisivis heraus, deren untere Öffnung in ein gemeinschaftliches Loch zusammenfließt, das den Namen des Foraminis incisivi oder palatini anterioris oder gustativi führt, und verliert sich zwischen dem Hunds- und zweiten Schneidezahn.

Jene erste Sutur hatte schon VESALIUS bemerkt[1]) und in seinen Figuren deutlich angegeben. Er sagt, sie reiche bis an die vordere Seite der Hundszähne, dringe aber nirgends so tief durch, daß man dafür halten könne, der obere Kinnladenknochen werde dadurch in zwei geteilt ..... Die zweite Sutur, die sich im Nasengrund zeigt, aus den Canalibus nasopalatinis herauskommt und bis in die Gegend der Conchae inferiores verfolgt werden kann, hat er nicht bemerkt. Hingegen finden sich beide in der großen Osteologie des ALBIUS bezeichnet. Er nennt sie Suturas maxillae superioris proprias.

Man halte diese Tafel (V) gegen Tafel IV, und man wird es bewundernswürdig finden, wie die Gestalt des Ossis intermaxillaris eines solchen Ungeheuers, wie der *Trichechus rosmarus* ist, lehren muß, denselben Knochen am Menschen zu erkennen und zu erklären ......

Es wird also wohl kein Zweifel übrig bleiben, daß diese Knochenabteilung sich sowohl bei Menschen als Tieren findet, ob wir gleich nur einen Teil der Grenzen dieses Knochens an unserm Geschlechte genau bestimmen können, da die übrigen verwachsen und mit der oberen Kinnlade auf das genaueste verbunden sind. So zeigt sich an den äußeren Teilen der Gesichtsknochen nicht die mindeste Sutur oder Harmonie, wodurch man auf die Mutmaßung kommen könnte, daß dieser Knochen bei dem Menschen getrennt sei.

Die Ursache scheint mir hauptsächlich darin zu liegen. Dieser Knochen, der bei den Tieren so außerordentlich vorgeschoben ist, zieht sich beim Menschen in ein sehr kleines Maß zurück. Man nehme den Schädel eines Kindes oder Embryonen vor sich, so wird man sehen, wie die keimenden Zähne einen solchen Drang an diesen Teilen verursachen und die Beinhäutchen so spannen, daß die Natur alle Kräfte anwenden muß, um diese Teile auf das innigste zu verweben. Man halte einen Tierschädel dagegen, wo die Schneidezähne so weit vorwärts gerückt sind und der Drang sowohl gegeneinander als gegen den Hundszahn nicht so stark ist. Inwendig in der Nasenhöhle verhält es sich ebenso. Man kann, wie schon oben bemerkt, die Sutur des Ossis intermaxillaris aus den Canalibus incisivis bis dahin verfolgen, wo die Ossa turbinata oder Conchae inferiores sich anlegen. Hier wirkt also der Trieb des Wachstums dreier verschiedener Knochen gegeneinander und verbindet sie genauer ....

---

[1]) VESALIUS, De humani corporis fabrica (Basil. 1558) Libr. I. Cap. IX, Fig. II, pag. 48, 52, 53.

Bei den Cetaceis, Amphibien, Vögeln, Fischen, habe ich diesen Knochen auch entdeckt, teils seine Spuren gefunden.

Die außerordentliche Mannigfaltigkeit, in der er sich an verschiedenen Geschöpfen zeigt, verdient wirklich eine ausführliche Betrachtung und wird auch selbst Personen auffallend sein, die an dieser so dürr scheinenden Wissenschaft sonst kein Interesse finden.

Man könnte alsdann mehr ins einzelne gehen und bei genauer stufenweiser Vergleichung mehrerer Tiere, vom Einfachsten auf das Zusammengesetztere, vom Kleinen und Eingeengten auf das Ungeheure und Ausgedehnte fortschreiten.

Welch eine Kluft zwischen dem Os intermaxillare der Schildkröte und des Elefanten, und doch läßt sich eine Reihe Formen dazwischen stellen, die beide verbindet. Das, was am ganzen Körper niemand leugnet, könnte man hier an einem kleinen Teile zeigen.

Man mag die lebendigen Wirkungen der Natur im ganzen und großen übersehen, oder man mag die Überbleibsel ihrer entflohenen Geister zergliedern, sie bleibt immer gleich, immer mehr bewundernswürdig.

Auch würde die Naturgeschichte einige Bestimmungen dadurch erhalten. Da es ein Hauptkennzeichen unseres Knochens ist, daß er die Schneidezähne enthält, so müssen umgekehrt auch die Zähne, welche in denselben eingefügt sind, als Schneidezähne gelten. Dem *Trichechus rosmarus* und dem Kamele hat man sie bisher abgesprochen, und ich müßte mich sehr irren, wenn man nicht jenem vier und diesem drei zueignen könnte.«

Weiterhin erwähnt Goethe, daß beim Elefanten das Os intermaxillare eine große Rolle spielt: »es schlägt sich wirklich um den Eckzahn herum, daher denn auch, bei flüchtiger Betrachtung, der Irrtum entstanden sein mag, der ungeheure Eckzahn sei im Os intermaxillare enthalten. Allein die Natur, die ihre großen Maximen nicht fahren läßt, am wenigsten in wichtigen Fällen, ließ hier eine dünne Lamelle, von der oberen Kinnlade ausgehend, die Wurzel des Eckzahnes umgeben, um diese organischen Uranfänge vor den Anmaßungen des Zwischenknochens zu sichern«. Er beruft sich dabei auf die in den Act. Acad. C. L. G. Nat. Cur. T. XII. p. 1. Tab. XXXIII, XXXIV gegebenen Abbildungen.

Später hob Goethe (1819) bekanntlich hervor, daß die Hasenscharte, besonders die doppelte, gleichfalls auf das Os incisivum (Zwischenkiefer) hinweise.

Selbst an den Schädeln neugeborener oder junger Kinder, sagt er weiter, finde sich eine Spur, quasi rudimentum, des Zwischenkiefers; »je unreifer die Embryonen, desto deutlicher. An einem *Hydrocephalo* sah ich zwei völlig abgesonderte kleine Knochenkerne, und bei erwachsenen jugendlichen Köpfen ist doch oft noch vorn am Gaumen eine Sutura spuria zu merken, welche die vier Incisores gleichsam vom übrigen Limbus dentium absondert«.

Jul. Sylvius, »um seinen armen Galen gegen Vesal zu retten«, glaubt, »vor Alters hätten die Menschen alle ein separates Os intermaxillare gehabt, das sich nach der Hand durch Ausschweifungen und zunehmenden Luxus der Nachwelt verloren«.

Goethe konnte es bis zu seinem Ende nicht verschmerzen, daß die Gelehrten von Profession seine Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen nicht hatten anerkennen wollen. Er erwähnt 1819, nachdem er davon gesprochen, daß Loder seiner Beobachtung in dessen anatomischem Handbuch 1788 S. 89 gedenke, daß er seine kurze Abhandlung darüber Camper mitgeteilt und wie dieser sich dazu verhalten habe, ferner daß in der Kraniologie von Spix, Seite 19, zuerst klar und unumwunden ausgesprochen wurde, es sei auch am Schädel des Menschen das Os intermaxillare nicht zu leugnen, ferner Sömmering sage in seiner Knochenlehre 1791, S. 160: »Goethe's sinnreicher Versuch aus der vergleichenden Knochenlehre, daß der Zwischenknochen der Oberkinnlade dem Menschen mit den übrigen Tieren gemein sei, von 1785, mit sehr richtigen Abbildungen, verdiene öffentlich bekannt zu sein«: nach allem diesem sagt er, auch St. Hilaire erwähne in den Principes de philosophie mit Dank, daß die mehrgedachten Tafeln in den Verhandlungen der Kais. Leopold. Karolinischen Akademie der Naturforscher zu Bonn aufgenommen worden. Endlich sagt er, daß Gotthelf Fischer, ein jüngerer Mann, der ihm in diesem Fache rühmlich bekannt gewesen sei, im Jahre 1800 eine Schrift herausgab: »Über die verschiedene Form des Intermaxillarknochens in verschiedenen Thieren«, und daß er S. 17 Goethe's Bemühungen erwähnt, indem er bemerkt: »Goethe's sinnreicher Versuch aus der Knochenlehre, daß der Zwischenknochen der Obermaxille dem Menschen mit den übrigen Thieren gemein sei, sei ihm unbekannt geblieben« u. s. w. dann bedauert er es, daß der kenntnisreiche thätige Mann sich nicht mit ihm in nähere Beziehung gesetzt habe, sonst wäre die Sache schon damals »ins Gleiche gekommen«.

Es blieb Goethe auch späterhin offenbar unbekannt, daß Joh. Heinr. Ferd. Autenrieth in seiner Dissertation: Observationum ad historiam embryonis facientium pars prima, formam illius externam, aetatem et involucra methodumque palato fisso medendi verosimillimam sistens. Tubingae 1797, am menschlichen Fötus das Vorhandensein der Ossa intermaxillaria nachgewiesen hat.

Autenrieth sagt[1]), bei menschlichen Embryonen von 104 und 121 Tagen grenze nach seiner Beobachtung die Incisivnaht auf die ausgesprochenste Weise die Ossa intermaxillaria ab (formare). Autenrieth bemerkt dazu: soviel er wisse, werde er in seiner Auffassung allein von Nesbitt unterstützt, welcher versichert, daß die Oberkiefer zeitlebens die Sutura incisiva zeigen, daß aber im vierten Monat jeder Oberkiefer vom Zwischenraum zwischen den Schneide- und den Hundszähnen bis

---

[1]) a. a. O. S. 66 u. 67.

zum Grund der Nasenhöhle in zwei deutlich geschiedene Knochen getrennt sei [1].

Wiederholt spricht Goethe von der Unterscheidung, welche man zwischen Menschen und Affen durch die Behauptung, der Zwischenkiefer fehle dem ersteren, machen wollte. »Hier aber trat nun der seltsame Fall ein, daß man den Unterschied zwischen Affen und Menschen darin finden wollte, daß man jenem ein Os intermaxillare, diesem aber keines zuschrieb; da nun aber genannter Theil darum hauptsächlich merkwürdig ist, weil die oberen Schneidezähne darin gefaßt sind, so war nicht begreiflich, wie der Mensch Schneidezähne haben und doch des Knochens ermangeln sollte, worin sie eingefügt stehen. Ich suchte daher nach Spuren desselben und fand sie gar leicht, indem die Canales incisivi vorwärts die Grenze des Knochens bezeichnen und die von da aus nach den Seiten zu auslaufenden Suturen gar wohl auf eine Absonderung der Maxilla superior hindeuten. Loder gedenkt dieser Beobachtung in seinem anatomischen Handbuch 1797 S. 39, und man dünkte sich viel bei dieser Entdeckung. Umrisse wurden gemacht, die das Behauptete klar vor Augen bringen sollten, jene kurze Abhandlung dazu geschrieben, ins Lateinische übersetzt und Camper mitgeteilt und zwar Format und Schrift so anständig, daß sie der treffliche Mann mit einiger Verwunderung aufnahm, Arbeit und Bemühung lobte, sich freundlich erwies, aber nach wie vor versicherte, der Mensch hat kein Os intermaxillare« [2].

In dem kurz vor seinem Tode geschriebenen zweiten Abschnitt des Aufsatzes über die Principes de philosophie zoologique bespricht Goethe seine Beziehungen zu Camper in der Sache nochmals ausführlich und er bemerkt jetzt ausdrücklich, daß es dieser war, welcher jenen Unterschied zwischen Menschen und Affen im Fehlen der Zwischenkieferknochen bei ersteren aufgestellt hatte: »die nahe Verwandtschaft des Affen zu dem Menschen nötigte den Naturforscher zu ziemlichen Überlegungen, und der vortreffliche Camper glaubte den Unterschied zwischen Affen und Menschen darin gefunden zu haben, daß jenem ein Zwischenknochen der oberen Kinnlade zugeteilt sei, diesem aber ein solcher fehle«.

Eigene Ergebnisse. Aus Vorstehendem geht hervor, daß Goethe für die Gestaltung des Zwischenkiefers den Gebrauch, die Thätigkeit in Anspruch genommen und daß er die Verwachsung desselben unter sich und mit den Oberkiefern beim Menschen auf mechanische Ursachen zurückgeführt hat.

Merkwürdigerweise ist seiner Aufforderung zu weiterer Untersuchung, zur Vergleichung der Zwischenkiefer bei verschiedenen Tieren, bis heute niemand näher getreten, vor allem nicht in dem Sinne, um die Verschiedenheiten in der Gestalt der Zwischenkiefer und ihre Ursachen und die Ursachen der Verwachsung dafür zu verfolgen. Dies soll im Nachstehenden geschehen.

---

[1] Nesbitt, Osteogenie aus dem Englischen. Altenburg 1753. S. 58. So von Rudolphi, Grundriß der Physiologie, 1. Bd. 1. Abh. S. 30 angeführt.

[2] 1819.

Ursachen der verschiedenen Ausbildung und Verwachsung der Zwischenkiefer. Die Zwischenkiefer sind überall da kräftig ausgebildet und mehr oder weniger unter sich und mit den Oberkiefern verwachsen, wo die in ihnen befestigten Vorder- oder Schneidezähne gut ausgebildet sind und hervorragend gebraucht werden. Wo dagegen die Schneidezähne schwach sind oder fehlen, sind die Zwischenkiefer nicht verwachsen oder zugleich rückgebildet.

Die mächtigste Ausbildung haben die Zwischenkiefer bei den Vögeln erfahren, deren Oberschnabel hauptsächlich durch sie hergestellt wird, und zugleich haben sie den höchsten Grad der Verwachsung erreicht. Meist am geringsten entwickelt, jedenfalls am wenigsten verwachsen sind sie, abgesehen von den Fischen, bei den schlecht bezahnten Lurchen, bei den Schlangen und unter den Säugern bei Wiederkäuern, den Beuteltieren mit Wiederkäuergebiß (*Halmaturus*), den Faultieren und bei den Zahnarmen, besonders bei Ameisenfressern, und bei den früchtefressenden Fledermäusen. Bei letzteren und bei den genannten Zahnarmen sind sie bis auf kleine Reste zurückgebildet. Bei den Fledermäusen stoßen die Zwischenkiefer in der Mitte nicht zusammen, so daß eine natürliche Hasenscharte vorhanden ist, bei einzelnen fehlen sie mit den oberen Schneidezähnen ganz. Bei einzelnen Insektenfressern unter denselben sind Zwischenkiefer und Oberkiefer verwachsen (*Vespertilio murinus*), bei *Pteropus* nicht. Auch bei den Raubtieren, mit ihren kleinen Schneidezähnen, findet die Verwachsung der Zwischenkiefer, wenn überhaupt, erst in höherem Alter statt.

Unter den Huftieren sind im Gegensatz zu den Wiederkäuern die Zwischenkiefer verwachsen und sehr kräftig beim Pferd. Eine ganz besondere, auffällige Ausbildung aber erlangen sie bei den Nagern. Sie stellen hier große kräftige Knochen dar, welche, man kann fast sagen, eine Art mehr oder weniger nach vorn und unten gerichteten Schnabel bilden, in welchem die Schneidezähne stecken. Beim Biber z. B. reichen sie nach hinten bis nahe an den Anfang der Nasenbeine und bis zur Hälfte des zahnfreien Teils des äußeren Mundhöhlendaches. Trotz dieser mächtigen Ausbildung sind die Zwischenkiefer bei den Nagern meist weder unter sich noch mit den Oberkiefern nahtlos verwachsen — vielleicht gerade wegen dieser mächtigen Ausbildung, indem derartige Zwischenkiefer auch ohne Verwachsung ihrer Aufgabe genügen.

Beim Hasen und Kaninchen, wo die Backzähne im Oberkiefer sehr weit hinten erst beginnen, und wo der Zwischenkiefer wie bei den übrigen Nagern mächtig entwickelt ist, ist die Außenwand des vorderen, nicht zahntragenden Teiles der Oberkiefer ganz schwach, unregelmäßig durchlöchert, wie in Auflösung begriffen, wahrscheinlich infolge ihrer Unthätigkeit, indem Zwischenkiefer und der hintere Teil der Oberkiefer alle Arbeit beim Aufnehmen und Zerkauen der Nahrung verrichten, der vordere Teil der letzteren keine.

Nun ist es höchst bemerkenswert, daß, während die den Wieder-

käuern unter den Huftieren entsprechenden Beuteltiere, die der oberen Schneidezähne entbehrenden Kängurus, nicht verwachsene, jenen der Wiederkäuer ähnliche Zwischenkiefer haben, bei den Nagebeutlern eine ganz ähnliche mächtige Ausbildung der Zwischenkiefer als Träger der oberen Schneidezähne auftritt, wie bei *Rodentia*. So ist es bei *Phascolomys*, so aber auch bei *Phascolarctos*. Bei beiden sind die Zwischenkiefer in der Mittellinie nicht verwachsen.



Abb. 15. Schädel von *Phascolomys wombat* und *Castor fiber*.

Dazu kommt weiter, daß in einer dritten Säugetierordnung, nämlich unter den Halbaffen, ein Nager mit Nagetierschneidezähnen aufzuführen ist, bei welchem wiederum ein ganz ähnlicher mächtiger, schnabelartiger, nach hinten ausgedehnter Zwischenkiefer vorhanden ist wie bei den bisher genannten nagenden Säugern, nämlich *Chiromys madagascariensis*.

Es giebt, abgesehen etwa von der Ähnlichkeit in der Gestaltung der Flossen bei Cetaceen und den ausgestorbenen Wasserreptilien, und abgesehen von der Herstellung von Läufen durch Stehen und Laufen auf festem Boden, bei den Vögeln einerseits und bei pferdeartigen Huftieren, Rind und Springmäusen andererseits kaum Fälle, in welchen die handgreiflich durch ähnlichen Gebrauch, auf Grund von Vererbung erworbener Eigenschaften gewordene Übereinstimmung im Bau von Organen bei verwandtschaftlich sich fernstehenden Tieren so überraschend groß ist wie im Zwischenkiefer der drei erwähnten nagenden Gruppen von Säugern.

Eine Ausnahme machen nur die Cetaceen. Hier sind die Zwischenkiefer, wenn auch nicht verwachsen, so doch, trotz des Fehlens der Schneidezähne, sehr groß, nicht breit, aber lang, offenbar aus denselben Gründen, aus welchen der Schädel die langgestreckte Form erreicht hat: Widerstand gegen das Wasser zum Zweck des Durchschneidens desselben.

Unter allen Fischen giebt es nur eine Ordnung, die Plectognathen oder Haftkiefer, bei welchen Oberkiefer und Zwischenkiefer verwachsen sind, und hier sitzen in den Zwischenkiefern die großen »Schneidezähne«, so groß und kräftig, wie sie nirgends sonst bei Fischen vorkommen.

Und unter den Vögeln haben diejenigen, welche ausschließlich von Insekten leben und dieselben nur im Fluge fangen, also mit dem Schnabel nicht picken, nicht auf harte Gegenstände aufstoßen[1]), nämlich die Schwalben und Verwandte (die Fissirostres), im Gegensatz zu den übrigen Vögeln den kürzesten Schnabel bezw. den kürzesten Zwischenkiefer; den längsten und stärksten dagegen haben jene, welche den Schnabel am häufigsten zur Arbeit gebrauchen, wie die Spechte, die Stelzvögel und die Schwimmvögel.

Anhang.

Nicht als neuer Knochen, sondern als vergrößerter Knochenfortsatz des Schädels möge anhangsweise erwähnt werden, daß der Processus paramastoideus des Hinterhauptsbeines, welcher hauptsächlich bei Huf- und Nagetieren stark entwickelt ist, als Ansatz verschiedener Muskeln (beim Pferd: Griffel-Zungenbeinmuskel, M. digastricus, an den Unterkiefer gehend, beim Rind dazu ein Teil des M. sternocleidomastoideus), welchen er offenbar seinen Ursprung verdankt; zuweilen kommt dieser Fortsatz auch beim Menschen vor, wo er die Ansatzstelle des Musc. rectus capitis lateralis darstellt.

Dagegen erscheint der knorpelig angelegte Processus styloideus bekanntlich als Verknöcherung des oberen Teils des Ligamentum stylohyoideum bezw. als Rest des Hyomandibularbogens.

Einiges über Beziehungen der Menschen und Affen nach Schädel und Gebifs.

Die folgenden Bemerkungen schließe ich hier an, weil sie eine Ergänzung des Vorstehenden darstellen. Der Stirnfortsatz des Schläfenbeins ist mit behandelt und folgt zunächst, weil die Frage aufgeworfen worden ist, ob er nicht einem neuen, nachträglich verwachsenden Knochen seinen Ursprung verdankt.

Der Stirnfortsatz des Schläfenbeins. In Beziehung zu dem Abschnitt über das Os Incae ist hervorzuheben, daß Virchow in demselben Aufsatz, in welchem er das Epactale behandelt, und zwar in dem Teile, welcher jenem über das Epactale unmittelbar vorausgeht, den »Stirnfortsatz der Schläfenschuppe« des Menschen ausdrücklich als eine theromorphe Bildung und zwar als eine vorzugsweise pithekoide anerkennt[2]), in dem Vorkommen eines Stirnfortsatzes der Schläfenschuppe, welcher das Stirnbein erreicht, wie ihn unter den Säugetieren besonders die Nager, die Dickhäuter, die Einhufer, die Affen und vor allem die anthropoiden Affen[3]) zeigen. Virchow findet diesen Fortsatz im Gegen-

---

[1]) Picken und sogar Meißeln (*Hirundo riparia*) kommt übrigens beim Nestbau vieler Schwalben vor. C. F.

[2]) a. a. O. S. 49 u. 59. [3]) S. 9.

satz zu W. GRUBER »ungleich häufiger bei gewissen Stämmen als bei anderen. Keiner dieser Stämme scheint der arischen Rasse anzugehören«[1]. Es erscheint als gerechtfertigt, in dem Stirnfortsatz ein Merkmal niederer, jedoch keineswegs niederster Rasse zu sehen, heißt es weiter, und dann: »Noch haben wir keine Thatsachen, welche sicher darthun, daß Atavismus die Ursache der Entwicklung des Schläfenstirnfortsatzes sei. Indes macht die Häufigkeit des Vorkommens der Stenokrotaphie[2] in gewissen Stämmen es höchst wahrscheinlich, daß erbliche Ursachen eine große Einwirkung auf das Zustandekommen der Störung ausüben«[3].

VIRCHOW fand den Schläfenstirnfortsatz hauptsächlich bei Australiern, Melanesiern und Finnen — Magyaren und zwar bei

Australiern	unter	12	Schädeln	5	mal.
Philippinenschädel					
Negritos	»	3	»	1	»
Höhlenschädel	»	4	»	3	»
Neueren	»	5	»	2	»
Celebesschädeln	»	13	»	6	»
Magyaren	»	8	»	2	»
von St. Remo	»	5	»	4	»

Bei Deutschen kommt er fast gar nicht vor. Kurz, er ist bei schwarzen und dunkelfarbigen, also bei niedriger stehenden Rassen häufiger als bei höheren, er kommt beim Schimpanse und beim Gorilla stets, beim Orang häufig vor, bei Halbaffen dagegen auffallenderweise nicht. Er ist somit, wie die meisten Forscher von jeher angenommen haben, eine T i e r ä h n l i c h k e i t, eine A f f e n ä h n l i c h k e i t.«

Nach diesem Zugeständnis VIRCHOW's im ersten Aufsatze seiner Abhandlung ist sein Widerspruch gegen Tierähnlichkeit beim Menschen und gegen die Descendenzlehre im unmittelbar darauffolgenden zweiten Aufsatze überraschend, umsomehr als man die gezwungene Begründung in letzterem verfolgt. Es muß selbstverständlich den VIRCHOW'schen Ausführungen der zusammenhängende Faden deshalb fehlen, weil sie nicht von den richtigen, maßgebenden Gesichtspunkten einheitlich ausgehen können, indem diese teilweise nicht anerkannt werden, teilweise zur Zeit ihrer Darstellung nicht gefunden waren.

Die Richtigkeit der Anwendung der längst bekannten sowohl wie der von mir neu hinzugefügten Entwicklungsgesetze aber ergiebt sich eben dadurch, daß diese Anwendung zu einheitlicher Erklärung führt, ebenso wie der Erfolg dieser Anwendung andererseits für die Gesetze selbst Beweise liefert.

Wenn es uns gelingt, an der Hand von Gesetzen eine wissenschaftliche Erklärung von Formerscheinungen zu geben und dadurch den

---

[1] S. 59.

[2] d. i. Verengerung der Schläfengegend, welche eine Folge des Vorhandenseins des Schläfenstirnfortsatzes ist.

[3] a. a. O.

Ausweg der Annahme pathologischer oder abnormer oder atypischer, präternaturaler Bildungen — mit letzteren beiden Namen belegt VIRCHOW des weiteren die Fontanellknochen — unnötig zu machen und zu beseitigen, dann erst dürfen wir einen Fortschritt in der Naturerkenntnis verzeichnen.

Was sind nun die Stirnfortsätze des Schläfenbeins?

Es wurde schon erwähnt, daß an der Schläfenbeinseite des Stirnbeins im Gebiet des letzteren ein besonderer Knochenkern entsteht, welcher mit dem übrigen Stirnbein verwächst, und der mit dem Postfrontale niederer Wirbeltiere zusammengestellt wurde. Seine Verschmelzung mit dem Mittelstück des Stirnbeins beginnt sehr früh und ist im dritten oder vierten Fötalmonat schon zum größten Teil vollzogen, aber Spuren seiner Trennung finden sich doch nicht ganz selten bei Neugeborenen[1]). Dadurch entsteht ein Schaltknochen. Vielleicht könnte ein solcher Schaltknochen des Stirnbeins mit dem Schläfenbein verwachsen und so den Schläfenbeinfortsatz bilden? Diese Frage scheint VIRCHOW vorzuschweben, aber er geht nicht darauf ein. Es kommen indessen auch schaltknochenartige Abspaltungen von der Schuppe des Schläfenbeins vor[2]). Würde ein solcher Knochen später mit der Schläfenschuppe verwachsen, so wäre der Stirnfortsatz des Schläfenbeins gegeben. Diese Möglichkeit wird nur als solche behandelt.

Drittens: es treten häufig Fontanellknochen zwischen Keilbeinwinkel und Scheitelbeinwinkel auf. Wenn ein solcher Fontanellknochen mit der Schuppe des Schläfenbeins verwachse, so wäre der Processus frontalis des letzteren gebildet (Erklärung von MECKEL u. a.). VIRCHOW tritt auch dieser Annahme entgegen unter anderem weil, wie er sagt, Schaltknochen selten mit der Nachbarschaft verwachsen, fügt aber einschränkend hinzu[3]): »Damit soll jedoch in keiner Weise ausgesagt sein, daß der Stirnfortsatz und der Fontanell- und Schaltknochen ganz und gar auseinanderzuhalten seien», und hebt ferner hervor, daß in der That diejenigen Stämme, bei denen der Stirnfortsatz häufiger vorkommt, auch eine größere Neigung zur Bildung von Schläfen-Schaltknochen, einzelne sogar in ganz ungewöhnlicher Massenhaftigkeit, darbieten. Selbst bei uns, wo der vollständige Stirnfortsatz eine so große Seltenheit ist, und wo die rudimentärsten Formen desselben schon unsere Aufmerksamkeit erregen, findet sich sehr gewöhnlich gleichzeitig bei demselben Individuum die Bildung von Schaltknochen[4]).

Schließlich sagt VIRCHOW: »Die temporalen Schaltknochen sind verwandte, aber nicht gleichartige Bildungen wie der Stirnfortsatz«[1]). Vielleicht gründet sich diese Annahme der Verwandschaft auf die vorher[5]) ausgesprochene Äußerung, »sowohl der Stirnfortsatz als die Schaltknochen entstehen, wenn die vorhandene Bindesubstanz der Fontanelle nicht

---

[1]) v. IHERING, Reichert's Arch. f. Anat. 1872. VIRCHOW, Taf. III Fig. 6.

[2]) VIRCHOW, a. a. O. Taf. III Fig. 4. [3]) S. 48. [4]) S. 49.

[5]) S. 59.

rechtzeitig und regelmäßig zur Vergrößerung der benachbarten Knochen verwendet wird«. Darauf ist aber unmöglich Verwandtschaft zu gründen. Ist wirkliche Verwandtschaft, Blutsverwandtschaft vorhanden, so bedeutet dies Gleichartigkeit.

Alles in allem hält es VIRCHOW »mindestens für jetzt geraten, beide Fälle trotz einer gewissen Analogie, die er nicht in Abrede stelle, getrennt zu halten. Die Bildung des Stirnfortsatzes sei in der That eine Theromorphie, die Bildung der Schaltknochen an dieser Stelle sei es nicht«[1].

Wir finden nun in der That die Schläfenschaltknochen an den Schädeln der Tübinger Sammlung bei keinem Tiere, mit einer einzigen

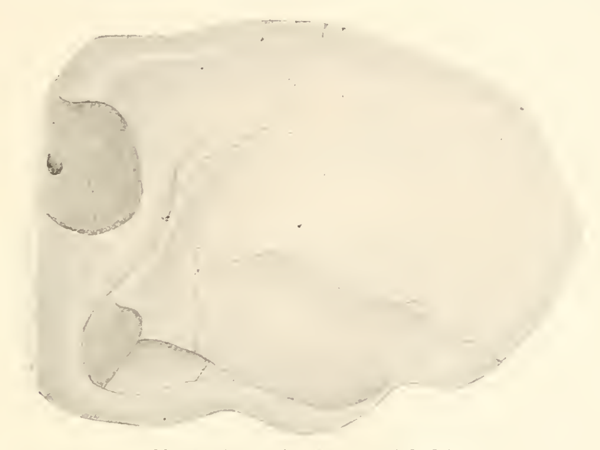


Abb. 16. *Cynocephalus sphinx*-Schädel.

Ausnahme: am Schädel eines ausgewachsenen *Cynocephalus sphinx* ist er linkerseits als kleines dreieckiges Plättchen vorhanden. Rechts fehlt er auch hier.

Dagegen ist der Stirnschläfenfortsatz vorhanden: bei den meisten Nagern, bei *Dasypus*, *Rhinoceros*, *Sus*, *Tapirus*, *Equus*, *Phascolomys*.

Unter den Affen fehlt der Stirnschläfenfortsatz denjenigen der neuen Welt, soweit wir nach den Schädeln der Tübinger Sammlung urteilen können. Dagegen kommt er bei den Affen der alten Welt zu: dem Gorilla, Schimpanse, dem Orang zum Teil (dreien unter fünf), *Hylobates syndactylus* (jung), *Semnopithecus maurus*, *Cercopithecus sabaeus*, *Macacus cynomolgus*, *Cynocephalus sphinx*. Bei den meisten übrigen und so auch beim alten *Hylobates* sind die Nähte so verwachsen, daß Grenzen nicht mehr sicher zu erkennen sind. Doch fehlt der Fortsatz auch bei manchen Affen der alten Welt, so bei verschiedenen *Cercopithecus*.

Das Verhältnis zwischen Orang und den übrigen Menschenaffen legt den Gedanken nahe, die Ausbildung des Fortsatzes stehe in Zusammenhang

---

1) S. 49.

mit Dolichocephalie, indem der Orang gegenüber den übrigen Anthropomorphen ausgesprochen brachycephal ist. Auch der Hirnschädel der Affen der neuen Welt ist meist verhältnismäßig kürzer als der der Affen der alten Welt. Es könnte aber auch wesentlich nur die Längenausdehnung des Gebietes der Schläfengegend in Betracht kommen. Der Unterschied ist hierin bei Schimpanse und Gorilla einerseits und Orang andererseits zu Gunsten der ersteren ein sehr großer: die Längenausdehnung der Schläfengegend ist bei ihnen viel größer als beim Orang. Auch z. B. bei vielen Nagern ist dasselbe der Fall. Andererseits fehlt der Fortsatz bei vielen ebenso gebauten Schädeln von Tieren, und beim Menschen ist jedenfalls die Dolichocephalie nicht maßgebend, wohl aber in der Mehrzahl der Fälle die niedere Rasse. Und im Zusammenhang hiermit erscheint weiter bemerkenswert die Beziehung des Menschen durch den Fortsatz zu den Affen der alten Welt im Gegensatz zu denen der neuen: der Mensch steht, wie in anderen Eigenschaften des Schädels so auch in der vorliegenden den Affen der alten Welt näher als denen der neuen: der Stirnschläfenfortsatz ist in Hinblick auf die Affen der alten Welt eine ausgesprochen affenähnliche »pithekoide« Bildung.

Wenn Virchow zu dem Schlusse kommt, daß das Vorhandensein des Schläfenfortsatzes mit der Schädelenge in der Schläfengegend zusammenhängt und sein Zurücktreten mit der Ausbildung der Schläfenlappen, so würde das den Verhältnissen von Schädel und Gehirn zwischen den in Frage kommenden Affen einerseits und den Menschen andererseits ganz entsprechen und könnte vielleicht auch mit der Ausbildung der Sprachfähigkeit im Zusammenhang stehen.

Allein dies bedürfte näherer Untersuchung, bevor endgültig geurteilt werden kann — soweit diese Fragen genauem Urteil überhaupt vorerst zugänglich sind.

Als sicher erscheint nur eben die Beziehung zumeist niederer Menschenrassen zu den Affen der alten Welt durch den Stirnschläfenbeinfortsatz.

Da der Fortsatz aber, abgesehen von dieser Gruppe der Primaten, wo er augenscheinlich auf blutsverwandtschaftliche Ähnlichkeit der Schädel hinweist, bei sehr verschiedenen, nicht unmittelbar miteinander verwandten Tiergruppen vorkommt, so müssen wir in seinem Auftreten bei letzteren untereinander und in Beziehung zu den Primaten ein Beispiel sehen für unabhängige Entwicklungsgleichheit.

Am wenigsten läßt sich unter den von Virchow berührten Fragen etwas sagen über die Entstehung des Stirnschläfenbeinfortsatzes aus benachbarten Knochen oder aus Schaltknochen, solange man eben seine Entwicklung noch nicht kennt.

Da ihn nach Virchow's Angabe häufig Schaltknochen auf einer Seite oder bei einzelnen Tieren ersetzen, so liegt die Annahme seines Hervorgehens aus Schaltknochen nahe. Allein Schaltknochen entstehen augenscheinlich auf Grund von Erweiterung des Schädels oder von einzelnen

Gebieten desselben. Das Vorkommen des Stirnschläfenfortsatzes dagegen soll mit Verengerung des Schädels in Zusammenhang stehen.

Wir sehen also aus alledem, daß, abgesehen von den vorhin hervorgehobenen Hauptsätzen, die uns an sich allerdings wichtig genug zu sein scheinen, bestimmte Schlüsse aus dem Vorkommen des Stirnschläfenfortsatzes einstweilen unmöglich gezogen werden können.

Die äufsere Form von Menschen- und Affenschädeln. Es ist gewiß richtig, daß der typische Schädel des erwachsenen Menschen viel mehr Analogien mit dem typischen Schädel junger und selbst fötaler Affen hat als mit dem typischen Schädel erwachsener Affen. Auch kann[1]) man in der That »ohne Schwierigkeit darthun, daß manche Eigenschaften des erwachsenen Menschenschädels ein Stehenbleiben auf der Form des kindlichen Affenschädels seien«.

Alles dies stimmt vollkommen mit unseren Auffassungen überein, sobald man davon ausgeht, daß Mensch und Affen einen gemeinsamen Ausgangspunkt in ihrer Entstehung haben, daß die Vorfahren des Menschen und der höheren Affen aus einem Zustand sich entwickelt haben, welcher in Beziehung auf die Schädelbildung den Eigenschaften junger bezw. fötaler Affen und des fötalen Menschen entspricht — wenn man also nicht annehmen will, daß der Mensch von fertigen Affen, wie gewöhnlich vorausgesetzt wird, im besonderen von den anthropomorphen Affen, den »Menschenaffen« abstamme. Die auffallendsten äußeren Eigenschaften, welche den Schädel der letzteren von denjenigen des Menschen so sehr entfernen, finden sich in der Jugend bei diesen Affen nicht: die Prognathie, das Übergewicht des Gesichtsschädels gegenüber dem Hirnschädel ist viel geringer, ja es überwiegt der Hirnschädel ähnlich wie beim Menschen; es fehlen noch vollständig die Gräten am Schädel und ebenso die anderen Marken ausgeprägter Muskelthätigkeit, z. B. die mächtigen Überaugenbogen. Kaumuskeln und Mienenspiel haben diese Eigenschaften bei Vorfahren der jetzigen Menschenaffen erzeugt, »erworben«, und sie sind von diesen auf die Nachkommen vererbt worden, während sie bei den Menschen nicht erzeugt wurden. Dort ist steigende Körperkraft und Wildheit für die spätere Gestaltung maßgebend geworden, hier die Herrschaft des Geistes, die Ausbildung des Gehirns.

Hier möchte ich noch hervorheben, daß außer bei den Menschenaffen starke Schädelgräten auch bei anderen Affen mit wilder Gebarung vorkommen, so bei den Pavianen, auch bei *Inuus*. Ferner sind sie sehr stark bei den großen Dickhäutern: Nilpferd, Nashorn, Tapir, wo die Muskeln am Schädel, besonders die Kaumuskeln, eine mächtige Wirkung üben, ebenso bei den großen Raubtieren, bei den Löwen, Tigern, Leoparden, beim Puma, Luchs, den Bären, Hunden, den Mardern, dann auch beim Igel und bei *Pteropus*. Die Wildkatze hat eine erheblich stärkere Hinterhauptsgräte als die Hauskatze, und hinten auch eine Andeutung der

[1]) nicht »könnte man vielleicht«, wie Virchow sagt.

Oberkopfgräte, welche der Hauskatze fehlt. *Felis maniculata* steht in der Mitte zwischen beiden.

Auch hier stehen die Gräten in Beziehung zur Wildheit. Dementsprechend wird sich bei näherer Untersuchung wohl herausstellen, daß sie zumeist am männlichen Tiere stärker sind als am weiblichen, wie dies für die Menschenaffen in so auffallendem Maße der Fall ist.

Nach Vorstehendem hat es nichts Auffallendes, wenn der Menschenschädel in gewissen Eigenschaften auf der Stufe des kindlichen Affenschädels »stehengeblieben« ist, er ist eben um so mehr in anderen Eigenschaften fortgeschritten. Und der Ausspruch Virchow's, daß nicht jede spätere Entwicklung im Gegensatz zu den früheren eine vollkommenere sei, ist für uns nach den von mir aufgestellten Entwicklungsgesetzen ganz selbstverständlich und bestätigt sich auch bei meiner Auffassung über den Zusammenhang von Menschen und Menschenaffen. Es wird sich wohl ebenso bestätigen, wenn man ins einzelne auf die Beziehungen zwischen den jugendlichen bezw. fötalen Schädeln beider im Vergleich mit den erwachsenen und auf die Beziehungen des jugendlichen Skelettes überhaupt auf Grund dieser Annahme näher eingeht, was bis jetzt nicht geschehen ist. Was aber noch als besonders wichtig in Rücksicht auf unsere Grundanschauung hervorgehoben werden muß, ist dies, daß die Schädel der weiblichen Menschenaffen, wenigstens die der drei großen, in sehr wesentlichen Merkmalen dem Schädel des Menschen ähnlicher sind als die männlichen. Am wenigsten gilt dies



Abb. 17. Gorilla ♂ Schädel.

für den Orang, mehr für den Gorilla, am meisten und in ganz auffallendem Maße für den Schimpanse. Dem weiblichen Schimpanse fehlt die

sagittale und die occipitale Schädelgräte, welche beim Schädel der Menschenaffen einen so hervorragend tierischen Eindruck machen, vollständig. Nur die Überaugenbogen sind auch hier verhältnismäßig stark



Abb 18. Gorilla ♀ Schädel.

hervorragend. Der Hirnschädel ist also schön gewölbt wie beim Menschen. Der männliche Schimpanse aber hat sagittale und occipitale Schädel-



Abb. 19. Schimpanse ♀ Schädel.

gräten, wenn auch schwache, während sie beim weiblichen Orang nur wenig schwächer sind als beim männlichen, indem die Sagittalgräte, welche beim Mann sehr stark ist, vollkommen fehlt.

Die Sagittalgräten entsprechen dem auf die Mittellinie des Schädels hinaufgerückten Ansatz der Schläfenmuskeln, indem sie sich zu einem Grat erheben. Beim männlichen und beim weiblichen Orang tritt dieser



Abb. 20. Schimpanse ♂ Schädel

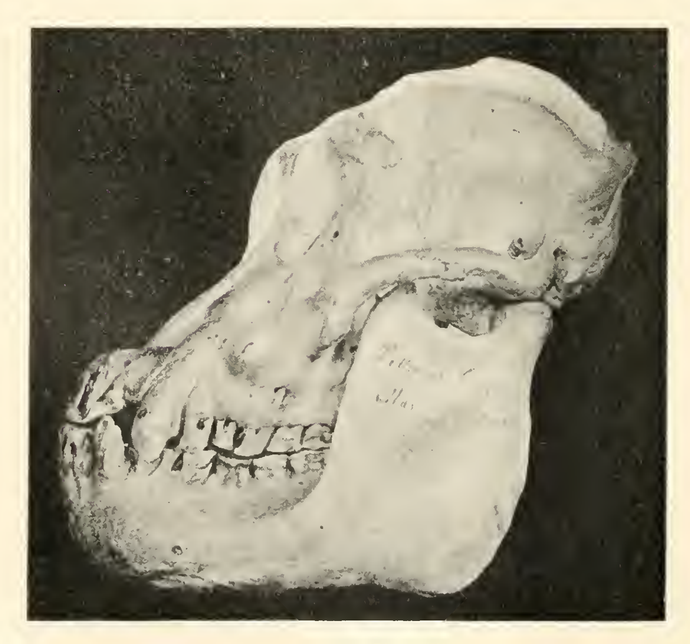


Abb. 21. Orang ♂ Schädel.

Grat erst auf dem Vorderkopf in zwei Kämme auseinander; zwischen diesen und den Überaugenbogen bleibt nur ein verhältnismäßig kleines

Dreieck übrig. Beim männlichen Gorilla ist dieses Dreieck noch kleiner. Beim weiblichen Gorilla sind keine ausgesprochenen Kämme, aber doch die Muskelansatzlinien vorhanden, und diese lassen ein viel größeres Dreieck zwischen sich, als die Kämme selbst beim Orang — sie ver-

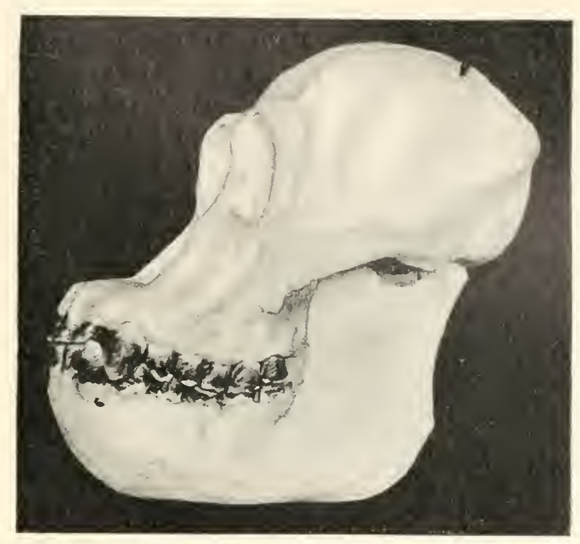




Abb. 22. Orang ♀ Schädel.

einigen sich erst hinter dem Scheitel. Beim Schimpansemännchen vereinigen sie sich ungefähr in der Scheitelmitte und bilden von hier an einen schwachen Sagittalkamm. Beim Schimpanseweibchen vereinigen sie sich nicht mehr, sondern lassen selbst auf der Scheitelhöhe einen breiten Zwischenraum zwischen sich — einen ähnlichen bei *Hylobates* ♀ und ♂ — allein diese Affen fallen wegen der sehr ausgesprochen tierischen Bezahnung, von welcher später noch die Rede sein soll, außer unmittelbaren Vergleich für die Frage von der näheren oder ferneren Verwandtschaft zwischen Menschenaffen und Menschen.

Die Muskelgräten bezw. die Muskelansatzlinien am Schädel der drei großen Menschenaffen aber sind als Ausdruck der Wildheit zu jenem Vergleich hochgradig bemerkenswert: Gorillamännchen, Orangmännchen, Orangweibchen, Schimpansemännchen, Gorillaweibchen, Schimpanseweibchen zeigen darin die Stufen gegen den Menschen hin, bei welch letzterem die Linea temporalis ganz an die Seite des Kopfes zurückgezogen und zuweilen kaum mehr in Spuren vorhanden ist.

Das Gorillaweibchen aber erscheint viel wilder als das Männchen des Schimpanse durch die stärker hervorragenden Überaugenbogen und durch den stärkeren Hinterhauptskamm.

Die Veränderungen, welche diese Muskelgräten in der äußeren Gestaltung, im Aussehen des knöchernen Schädels insbesondere hervorrufen,

sind sehr groß. Wie verhältnismäßig leicht sie aber durch die Wirkung der Muskeln, im besonderen Fall der Kaumuskeln, erzeugt werden, das zeigt die ungeheure Umgestaltung, welche auf diesem Wege an den Schädeln gezüchteter Schweinerassen hervorgerufen wurde, worauf wir noch zurückkommen. Man vergleiche nur den dort abgebildeten Schädel eines Schweins der Lincolnshirerasse mit dem des gewöhnlichen Schweins: hier geht das Scheitelbeingebiet in einer Fläche in das Stirn- und Nasenbeingebiet über — dort sind die Scheitelbeine durch die Schläfenmuskeln vorn bis auf einen Kamm seitlich zusammengedrückt, ähnlich dem Kamm von Orang und Gorilla, nur ist der Kamm beim Lincolnschweine zweilappig bezw. noch doppelt. Weniger stark ist die Verschmälerung der Scheitelbeine auf der Stirn, beispielsweise bei der Elefantenrasse, noch weniger beim gewöhnlichen Hausschweine, am breitesten sind sie beim Wildschweine. Wir geben hier zur Vergleichung die Abbildungen des Orang- und des Lincolnshireschweinschädels von vorn.



Abb. 23. Lincolnshireschweinschädel. Orangschädel.

An den jungen Schädeln aller Menschenaffen fehlen nun bekanntlich die Schädelgräten ebenso wie beim Menschen. Darin aber liegt ein Ausdruck ursprünglicher Beziehung zwischen beiden: man kann sagen, daß darin die Eigenschaften des erwachsenen Menschenschädels ein Stehenbleiben auf der Form des kindlichen Affenschädels sei. Indem aber entsprechend meinem Gesetz von der männlichen Präponderanz die Weibchen stets ursprünglichere, jugendlichere Eigenschaften behalten, so läßt sich ebenso sagen, daß die Eigenschaften des erwachsenen Menschenschädels in manchem ein Stehenbleiben auf der Form des weiblichen Affenschädels bedeuten. Solche Beziehungen zeigt der Menschenschädel in den Schädelgräten und den Ansätzen der Schläfenmuskeln — um nicht auf anderes einzugehen — am meisten zum weiblichen Schimpanseschädel.

Ganz dieselben menschenähnlichen Verhältnisse zeigt der weibliche Schimpanseschädel, wie wir später sehen werden, im Gegensatze zum männlichen auch im Gebiß.

Es ist der weibliche Menschenaffenschädel, insbesondere der des Schimpanse, auf einer tieferen Stufe der Affenentwicklung stehen geblieben als der männliche; diese tiefere Affenstufe entspricht aber der höheren des Menschen: das Schimpanseweibchen erlangt nicht die Wildheit des Männchens und damit auch nicht den Ausdruck der Wildheit am Schädel und Gebiß. Der Mensch erlangt jene Wildheit und deren Ausdruck auch nicht beim Mann; Mann und Weib des Menschen sind in Beziehung auf den Schädel am meisten verwandt mit dem weiblichen Schimpanse.

Je jünger die Schädel der Affen — nicht nur der Menschenaffen — sind, um so geringer ist der Unterschied zwischen ihnen und gleichaltrigen Menschenschädeln: Orang, Gorilla und Schimpanse haben, wie vor mir liegende Schädel zeigen, zur Zeit vor dem Zahnwechsel keine



Abb. 24. Menschenschädel.

Spur von Schädelgräten; die Protuberantia occipitalis externa ist beim Schimpansemännchen kaum in einer Spur angedeutet, bei Orang und Gorilla ungefähr wie beim erwachsenen Menschen; die Linea temporalis



Abb. 25. Schädel eines jungen Schimpanse.

ist beim Orang jederseits deutlich, hat aber erst ungefähr die Lage wie beim erwachsenen Menschen, bei Schimpanse und Gorilla ist noch nichts davon zu sehen. Bei einem etwas älteren, stark im Zahnwechsel begriffenen Schimpanse erscheint sie jederseits deutlich, aber die zwei Linien lassen noch einen weit größeren Zwischenraum zwischen sich als beim erwachsenen Weibchen: es rücken also diese Linien bei den Affen

mit der Entwicklung erst allmählich nach oben — beim Menschen bleiben sie an der Seite — der Menschenschädel bleibt auch in dieser Beziehung wiederum auf der Stufe des kindlichen Affenschädels stehen.



Abb. 26. Schädel eines jungen Orang.

Bei den jungen Affenschädeln ist also die Prognathie geringer, der Hirnschädel im Verhältnis zum Gesichtsschädel größer als bei den erwachsenen Tieren — wiederum mehr menschenähnlich — auch bei den niederer stehenden Affen ist bekanntlich Ähnlichkeit des ganz jungen Affenschädels mit dem Schädel des menschlichen Fötus vorhanden.

Die oberen äufseren Schneidezähne bei Menschen und Affen.

Ein wichtiges Merkmal für die Beziehung zwischen Menschen- und Affenschädel ist meines Wissens in dem folgenden Zusammenhang noch nie berührt worden, obschon die Thatsache an sich bekannt genug ist. Ich meine die Erscheinung, daß die oberen äußeren Schneidezähne beim Menschen zuweilen viel kleiner sind als die inneren, so klein manchmal, daß sie nur Stummel darstellen und daß demgemäß jederseits eine ansehnliche Lücke in der Zahnreihe des Oberkiefers entsteht, mit Rücksicht auf die Thatsache, daß bei den meisten Affen die oberen äußeren Schneidezähne ebenfalls bedeutend kleiner sind als die inneren. In die Lücke zwischen diese kleinen, oft stummelartig bleibenden oberen äußeren Schneidezähne, und die oberen Eckzähne schieben sich nun bei den Affen die unteren Eckzähne ein, während zugleich die oberen Eckzähne hinter den unteren und vor dem vordersten Lückenzahn eingreifen, wodurch das nicht geschlossene Affengebiß gegenüber dem geschlossenen des Menschen gebildet wird. Der Schädel eines männlichen *Ateles paniscus* der Tübinger Sammlung weist sogar oben nur die zwei inneren Schneidezähne auf; an Stelle der äußeren finden sich erhebliche Lücken, in welche die unteren Eckzähne hereinragen. Ob dies bei diesen Affen die Regel ist, kann ich nicht sagen, weil wir nur

jenen einzigen Schädel besitzen[1]); jedenfalls haben die anderen in unserer Sammlung vertretenen *Ateles*-Arten kleine obere äußere Schneidezähne.

Merkwürdig ist, daß es bei den Affen der neueren Welt eine Ausnahme nach der anderen Seite hin giebt: unter den mir zugänglichen Arten von *Cebus* hat *C. fatuellus* größere äußere als innere obere Schneidezähne, während jene bei anderen Arten dieser Gattung ebenfalls kleiner sind als bei anderen Affen.

Diese Ausnahmen sind allerdings sehr merkwürdig deshalb, weil das Gebiß sonst eine so beständige und damit für die Verwandtschaft und für die Systematik so wichtige Einrichtung ist. Aber sie werden die Bedeutung, welche wir auf die in Rede stehenden Beziehungen und Unterschiede am Menschen- und Affengebiß legen, kaum zu schmälern vermögen, weil bei sämtlichen Affen der alten Welt jene geschilderten und, wie wir sehen werden, dem Menschen verwandten Verhältnisse ganz allgemein vorhanden sind. Und es ist ja schon früher hervorgehoben worden, daß die Verwandtschaft des Menschen auch aus anderen, dem Schädelbau entnommenen Gründen bei den Affen der alten Welt zu suchen ist.

Es haben nun alle Affen der alten Welt, auch die Menschenaffen, ein nicht geschlossenes Gebiß, und auch bei den letzteren sind es die Eckzähne, sowohl die oberen wie die unteren, besonders aber die ersteren, welche durch ihre Länge und Stärke, ihre spitze Beschaffenheit und durch ihr Übergreifen übereinander dem Gebiß den thierischen, wilden Eindruck verleihen. Sie können bei den drei großen Menschenaffen fast eine schweinshauerähnliche Beschaffenheit gewinnen, auch sich entsprechend aneinander abschleifen. Überall sind die oberen kräftiger, breiter, oder länger als die unteren. Bei *Hylobates* aber sind die ersteren auch beim Weibchen ungemein lang und spitz — tierische Waffen wie bei den Pavianen und anderen Affen und bei den Raubtieren.

Durch diese Zähne entfernt sich *Hylobates* am meisten vom Menschen.

In der Jugend sind aber die Eckzähne bei den Menschenaffen viel weniger von den benachbarten Zähnen verschieden, viel weniger lang und spitz. Ebenso bleiben sie zeitlebens kleiner beim weiblichen Schimpanse. Sie greifen hier bei einem mir vorliegenden erwachsenen Schädel nur wenig übereinander, sind nicht lang und zugespitzt wie beim Männchen, nur wenig länger als die benachbarten Schneide- und Backzähne, und die Lücke zwischen ihnen und den oberen Schneidezähnen ist klein, sodaß das Gebiß beinahe geschlossen erscheint (s. die früher gegebene Abbildung). (Bei dem Gypsabguß des Schädels eines anderen Weibchens [Orig. Brüssel] sind sie allerdings erheblich tierischer.)

Der weibliche Schimpanse bleibt also auch in Beziehung auf das Gebiß auf dem Zustand stehen, welcher in der Jugend bei den Affen vorhanden ist, ähnlich demjenigen, welcher beim Menschen bleibend ist.

Mensch und Affen stehen sich in Beziehung auf die äußere

---

[1]) Bei einem *A. paniscus*-Schädel des Bonner Museums sind äußere, obere Schneidezähne vorhanden, sie sind aber klein, sodaß zwischen ihnen in den Eckzähnen eine weite Lücke zur Aufnahme der unteren Eckzähne besteht. M. v. L

Form des Schädels und in Beziehung auf das Gebiß im erwachsenen Zustande am nächsten im weiblichen Schimpanse: der letztere zeigt die am meisten menschlichen Verhältnisse nach beiden Richtungen — unter allen erwachsenen Tieren ist hier die Kluft gegenüber dem Menschen am geringsten.

Auch die Schneidezähne sind beim weiblichen Schimpanse unter denen der Menschenaffen am menschenähnlichsten. Beim Menschen sind die äußeren Schneidezähne stets ebenfalls etwas kleiner als die inneren. Es giebt nun aber Fälle, in welchen die äußeren Schneidezähne beim Menschen sehr viel kleiner sind als gewöhnlich, und viel kleiner als beim weiblichen Schimpanse — so klein wie sie bei einem vor mir liegenden Schimpanse und beim Orang vor dem Zahnwechsel sind oder noch kleiner, sodaß sie nur Stummel bilden.

Jetzt werden auch die unteren Eckzähne länger, sie wachsen wie bei den Affen zwischen die äußeren oberen Schneidezähne und die oberen Eckzähne hinauf, und auch die letzteren können nun an den unteren Eckzähnen außen vorbei nach abwärts wachsen, zwischen den unteren Eckzahn und den ersten Lückenzahn. So entsteht beim Menschen ein Gebiß, welches in nicht höherem Grade geschlossen genannt werden kann als dasjenige des weiblichen Schimpansen. Man wird ein solches Gebiß beim Menschen bei dahin gerichteter Aufmerksamkeit viel mehr verbreitert finden, als man von vornherein zu erwarten geneigt ist, und dieses Gebiß vererbt sich in hohem Maße von den Voreltern auf die Nachkommen, so daß es ein lautredendes Verwandtschaftszeichen, ein hervorragendes Merkmal von Familienähnlichkeit abgeben kann. So weiß ich einen Fall, in welchem dasselbe vom Vater auf den Sohn und von diesem auf andere vier Enkelkinder, auf eine Enkelin nur einseitig, aber in erhöhtem Maße auf einen Enkel sich übertragen hat, indem diesem der linke obere Schneidezahn ganz fehlt, allerdings ohne daß eine Lücke vorhanden ist, während er im Milchgebiß vorhanden war.

Es zeichnen sich diese Fälle wenigstens bei Sohn und Enkelin freilich dadurch besonders aus, daß zwischen dem kleinen äußeren und dem großen inneren oberen Schneidezahn jederseits eine größere Lücke ist als bei ersterem und dem Eckzahn. Aber die unteren Eckzähne greifen trotzdem wie bei den Affen verlängert vor den ebenfalls verlängerten oberen Eckzähnen zwischen ihnen und den kleinen Schneidezähnen ein.

Wiedersheim behandelt in seinem anregenden Buche über den Bau des Menschen[1]) das Vorkommen kleiner äußerer oberer Schneidezähne beim Menschen, indem er das ähnliche Verhältnis bei den Affen außer acht läßt, nicht als eine Beziehung zu diesen, als Rückschlag, sondern als eine Verkümmerung, welche auf das allmähliche Schwinden der oberen äußeren Schneidezähne beim Menschen in der Zukunft hinweist.

Er sagt über Menschen- und Affenzähne[2]): »Nur *Hylobates* hat Molaren, die in Form und Größe von denjenigen des Menschen schwer zu unterscheiden sind«.

[1]) a. a. O. S. 134. [2]) a. a. O. S. 136.

Milchgebiß von Menschen und Anthropomorphen sind, wie auch WIEDERSHEIM betont, sich ähnlicher als das bleibende. Dies deute auf eine gemeinsame Urform beider Gebisse hin, welche etwa in der Mitte zwischen beiden stand. Durch progressive Entwicklung bildete sich das Gebiß der Anthropoiden, durch regressive das des Menschen aus.

Die oberen seitlichen Schneidezähne des Menschen und die Molaren weisen durch ihre schwankende Ausbildung auf »allmähliche Rückbildung« beim Menschen hin.

Die oberen seitlichen Schneidezähne sind beim Menschen oft nur noch kurze, kegelspitzige Stiftzähne. Zuweilen fehlen sie gänzlich, und »derartige Verhältnisse können sich nachweislich auf mehrere Generationen vererben«. Die Molaren sind beim Menschen ursprünglich oben vierhöckerig, unten fünfhöckerig. Infolge der verfeinerten Nahrung entsteht Rückbildung der zuletzt gebildeten Höcker: oben schwindet der hintere linguale, unten der hintere unpaare. Der Weisheitszahn ist zuweilen bis auf einen verkümmerten Stiftzahn zurückgebildet. Öfters kommt er gar nicht mehr zur Ausbildung.

Diese Rückbildungen sollen — so sei festgestellt — bei nicht europäischen Rassen lange nicht so häufig vorkommen wie bei den arischen.

Die dreihöckerigen oberen und vierhöckerigen unteren Molaren sowie die verkrüppelten Weisheitszähne sind seltener bei Negern, Mongolen oder gar Australiern.

Die Australier haben noch die schönsten Eckzähne und Molaren, ihr Weisheitszahn ist der größte Molar: das sei pithekoid, weil es bei den Affen regelmäßig so sei.

Zuweilen kommt beim Menschen ein dritter Prämolar vor. Auch ein vierter Molar kommt vor. ZUCKERKANDL fand, daß der epitheliale Keim eines solchen beim Menschen nicht gar selten vorhanden ist.

In das Milchgebiß sei die Summe aller früheren Zahngenerationen zusammengedrängt, ebenso bei allen diphyodonten Säugern.

Zuweilen findet sich beim Menschen eine rudimentäre Anlage einer dritten Bezahnung[1]), »die aber am unrechten Orte vorkommt«, nämlich auf der labialen Kieferfläche. Dabei »weist der Mensch Rückschläge auf bis zu den reptilienartigen Vorfahren der Säuger«. Sogar Rückschlag des Menschen bis zur ursprünglichen Zahnanlage bei Fischen, Amphibien und einigen Reptilien kommt vor: »bei den Fischen, Amphibien und einigen Reptilien entstehen ontogenetisch die ersten primitiven Zähnchen aus wahren Epithelpapillen, die über die Oberfläche der Mundschleimhaut hervorragen. Erst sekundär senkt sich ein Teil des Kieferepithels in die Tiefe des Mesodermgewebes und bildet die sogenannte Zahnleiste, aus welcher dann die Zahnanlagen hervorgehen. Die Zahnleiste der höheren Vertebraten legt sich außerordentlich frühzeitig an, etwa gleichzeitig mit dem MECKEL'schen Knorpel, lange vor der ersten Anlage der Knochen. In diesem frühen Auftreten der Zahnleiste ist ontogenetisch das

[1]) a. a. O. S. 138.

phylogenetisch nachweisbare frühzeitige Auftreten von Zähnen bei Wirbeltieren recapituliert worden. Das Auftreten von frei hervorragenden Papillen vor der ersten Anlage der Zahnleiste scheint bei den meisten Säugern durch Abkürzung in der Entwicklung verloren gegangen zu sein. Beim Menschen wies Röse jedoch kürzlich die vorübergehende Anlage rudimentärer Papillen vor der Einsenkung der Zähne ins Mesoderm nach. In diesem Punkte weist darnach das Gebiß des Menschen die am weitesten reichenden Rückschläge auf«.

Während also Wiedersheim nach Maßgabe der von Röse u. a. aufgestellten Thatsachen sonst auf ontogenetischen wie auf phylogenetischen Rückschlag großes Gewicht legt, deutet er das Auftreten verkümmerter oberer äußerer Schneidezähne beim Menschen als Rückbildung. Zu Gunsten dieser Ansicht könnte sprechen, daß die besagten Schneidezähne, wenn sie beim Menschen besonders klein auftreten, zugleich spitzig, oft stummelförmig sind und daß sie oft nach innen gegen die inneren Schneidezähne zu eine größere Lücke lassen als nach außen, gegen die Eckzähne hin, wo sie im Affengebiß allein vorhanden ist. Dagegen spricht für die von mir an die Spitze gestellte Auffassung die Thatsache, daß die oberen äußeren Schneidezähne bei den Affen fast durchweg kleiner sind als die inneren, was Wiedersheim nicht berührt.

Umbildung des Schädels von Schweinen durch Muskel- und andere Thätigkeit infolge der Stallfütterung.

Von Männern, welchen man Voreingenommenheit zu Gunsten der Umbildung von Formen durch mechanische Arbeit und überhaupt für Entwicklungslehre nicht wird vorwerfen dürfen, von H. v. Nathusius und Lucae wurden die hochgradigen Veränderungen des Schädels gewisser Schweinerassen auf obengenannte Ursachen zurückgeführt[1]).

Nathusius beschreibt die unterscheidenden Kennzeichen von Hausschwein, Wildschwein und indischem Schwein und findet eine vollkommene Übereinstimmung zwischen dem Schädel des letzteren und dem des Maskenschweins (*Sus pliciceps* Gray). Ferner bespricht N. die Kulturformen des Schweineschädels. Bei der äußersten Kulturform der großen Yorkshirerasse sind »das eingesunkene Profil des Kopfes, die Kürze des Thränenbeins, die Breite des Gaumens zwischen den Prämolaren und die Richtung der Zahnreihe, die Stellung der Kante des letzten oberen Backenzahnes unter der Mitte der Augenhöhle, die Breite des Schädels, die steileren Schläfengruben, der nach hinten gerichtete Kehldorn und die nach vorn geneigte Hinterhauptsschuppe — Verhältnisse, welche als charakteristische Unterscheidungsmerkmale des indischen Schweins vom Wildschwein aufgefunden wurden —« noch in

[1]) H. v. Nathusius, Vorstudien zur Geschichte und Zucht der Haustiere, Berlin 1846. J. C. G. Lucae, Der Schädel des japanischen Maskenschweins und der Einfluß der Muskeln auf dessen Form. Abh. d. Senckenb. Ges. VII. Bd. Frankfurt a. M. 1869—1870.

hohem Grade gesteigert — nur angedeutet bei unserem gewöhnlichen Hausschwein.

»Als ein verständliches Motiv für die Umgestaltung obiger Schädelform sieht Nathusius die verschiedene Lebensweise des Wildschweins und der anderen Rassen an. Während ersteres von frühester Jugend an seinen Rüssel unausgesetzt zum Wühlen gebraucht und hierbei mächtige Kraftentwicklung bekundet, indem die Nackenmuskeln der Crista occipitalis gleichsam als ein Hebelarm angreifen und diesem Kraftarm die Schnauze als Lastarm entgegengesetzt wirkt, sind die Kulturrassen derartiger Muskelanstrengungen überhoben, sie werden sogar durch in der Schnauze angebrachte Ringe daran verhindert. In der mechanischen Arbeit des Schädels als eines zweiarmigen Hebels, dessen Hypomochlion in den Condylen des Hinterhauptes sich befindet, liegen nach den Anschauungen von Nathusius das gerade Profil und die Länge des Schädels beim Wildschweine, im Gegenteil aber die Eigentümlichkeiten der anderen Rasse begründet«.

So leitet Lucae seine Abhandlung über den Schädel des japanischen Maskenschweines ein, indem er »den Gedanken, die mechanische Arbeit des Kopfes als Grund der Kopfform dieser Tiere anzusehen«, als einen sehr glücklichen begrüßt, übrigens hinzufügt: »Daß es aber auch die Nacken- und Schnauzenmuskeln allein sind, die hier in Betracht kommen, ja daß diese nur in negativer Weise wirken, während andere als aktiv die Schädelform bestimmend in den Vordergrund treten, glaube ich im Folgenden beweisen zu können«.

Lucae legt der Untersuchung den dem Schädel des indischen im wesentlichen ähnlichen Schädel des Maskenschweines zu Grunde und kommt zu dem Schluß, daß wir es in demselben mit einem Schädel zu thun haben, dessen Formverhältnisse auf einer Hypertrophie und Erweichung der Knochen, auf einer Hypertrophie und erhöhten Thätigkeit der Kaumuskeln (bei mangelnder Kraftentwicklung der Nackenmuskeln), veranlaßt durch Zufuhr einer zu reichlichen Nahrung und durch Mästung, beruhen. Es steht dieser Schädel zwischen dem des indischen Schweins und der Yorkshirerasse. Alle drei sind durch die Kultur umgebildet.

Zur Begründung führt Lucae weiter die Worte von Nathusius an: »Die Erfahrung lehrt und das Experiment bestätigt die Gesetzlichkeit der Erscheinung, daß reichliche Ernährung einen kurzen und breiten Schädel und ärmliche Ernährung einen langen und schmalen Schädel erzeugt. Es tritt nun zu den Einflüssen der reichlichen und gedeihlichen Ernährung des jungen Schweines noch der Umstand hinzu, daß die Tiere von ihrem Rüssel in diesem Zustand keinen Gebrauch machen« . . . weil sie ihre Nahrung nicht unter der Erde zu suchen brauchen oder weil sie in gepflasterten Ställen wohnen oder gar einen Ring in den Nasenknorpel bekommen. »Das Resultat solcher Haltung des Hausschweines ist nun eine sehr merkwürdige Veränderung des Schädels: das Profil der Gesichtslinie ist tief konkav, die sonst nach unten gerichtete Spitze

der Nase steht nach oben, das Hinterhaupt ist mit dem oberen Teile nach vorn gerichtet; die Schläfengrube steht mehr steil, sie neigt nicht nach vorn. Die Incisivpartie steht viel höher als die Backzahnreihe; dieser Umbildung folgt der Unterkiefer: die Kinnsymphyse steht steil, die Schneidezähne sind noch steiler. Die Eckzähne des Unterkiefers stehen vor den Eckzähnen des Oberkiefers«. — »Diese Schädelform gehört nicht einer bestimmten Rasse an. Der Tierzüchter stellt thatsächlich diese Schädel bei Tieren verschiedenen Ursprungs her.«

Die Weichheit der Knochen des Schweines erleichtert, wie schon L. Fick[1]) hervorgehoben hat, die Umbildung der Form desselben. Sie sind nach dem Schlachten des Tieres fast überall noch mit dem Messer schneidbar. Lucae sagt, der Metzger bezeichne die Knochen der Hammel als die festesten, die der Schweine als die weichsten. Die Knochen des Maskenschweines aber sind infolge des Nahrungsüberflusses besonders weich, mit Fett und Feuchtigkeit erfüllt, verdickt durch immer neue Auflagerung von Knochenneubildung. Ebenso nahmen die Kaumuskeln durch viele Arbeit an Masse zu, ihr Ansatzfeld wurde breiter, sie bekamen »mit dem breiteren Ansatz auch vermehrte Zugrichtungen und eine veränderte Resultante«. Dies wird für die einzelnen Kaumuskeln zu beweisen gesucht. Dabei wird auf Versuche L. Fick's hingewiesen, welcher die Verschiebung der Sagittalgräte des Schädels durch einseitige Muskeldurchschneidung bewiesen hat[2]) (Durchschneidung des mittleren Teils vom Masseter und Temporalis der einen Seite bei Hund, Schaf, Ziege, Katze).

Wir geben anbei die Abbildungen eines Schädels des Wildschweins von Java und eines Schädels der Lincolnshirerasse. Die Benutzung des



Abb. 27. Schädel eines Schweines der Lincolnshirerasse und des javanischen Wildschweines.

1) L. Fick, Neue Untersuchungen über die Ursachen der Knochenformen. Marburg 1858. S. 14.

2) L. Fick, Über die Ursachen der Knochenformen. Göttingen 1857.

letzteren, aus der Sammlung der Akademie Hohenheim stammenden Schädels verdanke ich der Güte meines Freundes Professor Klunzinger. Der erstere ist der schon erwähnte, welcher von Herrn Forstmeister Seubert auf Java der Tübinger Sammlung geschenkt worden ist. Dieser javanische Schädel ist außerordentlich lang, und sein Profil ist sehr gerade, entsprechend demjenigen unseres Wildschweines. Der Schädel der Lincolnshirerasse stellt, ähnlich dem der Yorkshirerasse und des Maskenschweines, nach beiden Richtungen den vollsten Gegensatz zu den Wildschweinschädeln dar.

Schlüsse bezüglich der Entstehung der Eigenschaften der Haustierrassen überhaupt. Die Eigentümlichkeiten der Haustierrassen sind zumeist seit unvordenklichen Zeiten gezüchtet. Sie vererben sich seit unvordenklichen Zeiten auf die Nachkommen. Die Züchter benutzen gewöhnlich irgendwelche für sie nützlich erscheinende Abänderungen, um sie durch Zuchtwahl zu vermehren und zu steigern. Allein es ist vollkommen unrichtig, zu sagen, daß es sich in jenen Abänderungen um zufällige handle; zufällig ist überhaupt nichts in der Natur. Allein in vielen Fällen treten solche Abänderungen auf, ohne daß wir ihre Ursache kennen. In anderen dagegen können wir auf das deutlichste äußere Ursachen nachweisen, welche jene Eigentümlichkeiten hervorgerufen haben, und die fortdauernde Anwendung dieser Einwirkungen bei der Züchtung ist es, welche dieselben erhält und steigert. So wird, um nur ein Beispiel anzuführen, wie mir Züchter versichern, bei Schafen Kalkfütterung angewendet, um starken Knochenbau zu erzielen, und zwar mit allbekanntem Erfolg.

Die geschlechtliche Auslese ist im Grunde nur das Mittel, erworbene Eigenschaften zu überliefern. Denn überall da, wo eine Verstärkung der gewünschten Eigenschaften bei Nachkommen auftritt, kann sie nur der Ausdruck von Eigenschaften sein, welche schon in einem der Eltern lagen. Und auch da, wo eine Verstärkung derselben durch geschlechtliche Mischung von zwei Eltern erzielt wird, welche dieselben beide gehabt haben, handelt es sich um eine Summierung von Eigenschaften, welche von den Eltern und Voreltern erworben worden sind.

Geschlechtliche Auslese an sich kann keine Eigenschaft verstärken.

In Beziehung auf zahlreiche Rasseneigenschaften unserer Haustiere spielt aber die absichtliche Züchtung, insbesondere auch das Mittel der geschlechtlichen Auslese dabei überhaupt gar keine Rolle. Dies zeigt in hervorragender Weise eben das Beispiel des abenteuerlich umgestalteten Schädels der behandelten Schweinerassen. Niemand hat daran gedacht, einen solchen Schädel künstlich zu erzeugen. Niemand denkt daran, ihn zu erhalten oder gar weiter auszubilden. Er hat keinen Nutzen für den Menschen. Es kann sich bei seiner Entstehung nur handeln entweder um korrelative Bildung, welche mit der Züchtung anderer nützlicher Eigenschaften in Zusammenhang steht, oder um unmittelbare mechanische bezw. physiologische Ursachen. Daß die letzteren mit im Spiel sind, das kann bei Betrachtung der Einzelverhältnisse nicht dem mindesten Zweifel unterliegen.

Dadurch, daß diese physiologischen Ursachen fortdauern, werden die Eigentümlichkeiten der Rassen erhalten oder noch verstärkt; fielen sie weg, würden die Tiere aus der Hauszüchtung in das freie Leben zurückkehren, so würden ihre Nachkommen, falls sie noch selbständig fortzukommen vermöchten, allmählich derselben verlustig gehen.

Ganz so ist es selbstverständlich auch mit den künstlichen Pflanzenabarten, so mit unseren Getreidearten, künstlich gezüchteten »Arten«, welche nur unter der beständig wirkenden Triebfeder der Kultur ihre Eigenschaften erhalten und welche in die wilden Stammformen zurücksinken, sobald diese Kultur aufhört.

So ist es aber nach meiner Theorie von der »Entstehung der Arten auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen des organischen Wachsens« mit der Entstehung der Arten überhaupt. Alle die verschiedenen Formen der Lebewelt, welche wir heute als Arten kennen, sind danach nur durch äußere Einwirkungen und durch Thätigkeit der Organe gewordene und durch deren beständige Wirksamkeit erhaltene Gruppen von Lebewesen, also durch Naturzüchtung herangezüchtete Gestaltungen, welche nur unter dem beständig andauernden Einfluß äußerer Bedingungen so bestehen, wie sie sind, und welche mit der Änderung derselben sich ändern oder zu Grunde gehen müssen.

Die ganze organische Natur ist in ihrer Entfaltung somit etwas gewissermaßen künstlich Herangezogenes, Emporgetriebenes, wie ich in der »Entstehung der Arten« des näheren ausgeführt habe.

Unter diesem Gesichtspunkt schwinden die trennenden Unterschiede zwischen Rasse und Art bezw. Rasse, Abart und Art noch mehr, als dies gewöhnlich anerkannt wird.

Ich schließe hier mit den Worten Wilckens[1]): »Jeder Tierzüchter richtet seine Haustiere ab für bestimmte mechanische oder geistige Aufgaben, und er glaubt, daß die Eigenschaften und Fähigkeiten, die er seinen Haustieren anerzogen hat, oder die sie sich im Verkehre mit dem Menschen erworben haben, auf deren Nachkommen vererbbar sind. Dieser Glaube der Tierzüchter beruht auf Erfahrungen, die nach Jahrtausenden zählen. Wenn die in der Tierwelt erworbenen bezw. die den Haustieren vom Menschen angezüchteten Eigenschaften und Fähigkeiten nicht vererbbar wären, dann wäre jeder Fortschritt auf dem Gebiete der Tierzucht unmöglich, und jeder Tierzüchter müßte mit der Zähmung und Abrichtung seiner Haustiere bezw. mit deren Anpassung an seine wirtschaftlichen Zwecke von neuem beginnen.

Wenn Weismann die auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Tierzucht ganz unzweifelhaften Thatsachen der Vererbung erworbener oder

---

[1]) Vergl. M. Wilckens, Die Vererbungslehre auf Grund tierzüchterischer Erfahrungen. Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin u. vergleichende Pathologie. VIII. Band. Derselbe, Die Vererbung erworbener Eigenschaften vom Standpunkte der landwirtsch. Tierzucht in Bezug auf Weismann's Theorie. Biolog. Centralblatt, 15. Juli 1893.

angezüchteter somatogener Abänderungen (worauf der unleugbare Fortschritt der Tierzucht beruht) in Abrede stellt, weil diese Thatsachen mit seiner Theorie von der »Kontinuität des Keimplasmas« nicht vereinbar sind, so ist der einzig mögliche Schluß: daß diese Theorie falsch und mit den Thatsachen nicht vereinbar ist.

Diese Thatsachen sind so augenfällig und sie sind seit mehr als neunzehnhundert Jahren aus der Litteratur bekannt[1]), daß es unbegreiflich erscheint, daß die Vererbungstheorie der Gegenwart sich mit allbekannten Thatsachen in Widerspruch setzt . . . . .

. . . . . Die Zoologen sollten sich daran gewöhnen, die landwirtschaftliche Tierzucht als den experimentellen Teil der Zoologie anzusehen.

Aber auch mit den Thatsachen der Physiologie befindet sich der Zoologe Weismann im Widerspruch, sonst würde er nicht auf den Gedanken gekommen sein, daß sich irgendwo in einer verborgenen Ecke des lebenden Organismus ein kleiner Teil (das Keimplasma) organisierter Substanz unabhängig halten könnte von den Einflüssen der Ernährung und des Stoffwechsels«.

In meiner Entstehung der Arten I[2]) habe ich mit Beziehung auf das Unberührtbleiben des Keimplasmas von äußeren Einflüssen schon gesagt: »Ein solches Unberührtbleiben erschiene als ein physiologisches Wunder«.

Noch einen Gesichtspunkt für die Erklärung der Gestaltung der erwähnten Schweinerassen möchte ich hier anfügen: die Ausgleichung oder Kompensation kommt dabei augenscheinlich mit in Frage und zwar bei der übrigens schon behandelten Verkürzung. Denn es ist die massige Ausgestaltung des hinteren Teils des Schädels offenbar auf Kosten der Länge desselben erfolgt. Somit wird die Längenabnahme nicht ausschließlich auf das Zurücktreten mechanischer Reizung beim Wühlen zu schieben sein, wie von Nathusius und Lucae angenommen worden ist.

Eine nicht absichtlich gezüchtete, aber mit der Züchtung wenigstens teilweise augenscheinlich in Zusammenhang stehende Eigenschaft sind auch die **Knochenhöcker (Osteophyten) am Schädel von Schweinen.**

Lucae hebt für das Maskenschwein die Massen von Knochenhöckern hervor, welche sich an manchen Stellen des Schädels zusammengedrängt auf der Oberfläche finden, so um die Augenhöhle herum, am Jochbogen, an den Seiten des Ober- und Unterkiefers, besonders mächtig an der inneren Seite des Unterkiefers hinter den Schneidezähnen. Am weiblichen Schwein sei der obere Teil des Schädels (Stirn, Schläfen-Jochbein) mit kleinen nadelförmigen Osteophyten wie übersät.

Unter den Schädeln der Tübinger Sammlung finden sich jene an der Innenseite des Unterkiefers hinter den Schneidezähnen gelegenen Knochenwärzchen dicht gesät bei einem 5jährigen Eber der Elefantenrasse

---

1) Marcus Varro schrieb seine tierzüchterischen Abhandlungen etwa 30 Jahre vor Christi Geburt.

2) S. 15.

des Hausschweins, während sie hier bei der Bache fehlen. Ebenso sind sie an dem $5^1/_2$jährigen Schädel eines Ebers der Lincolnshirerasse aus der Hohenheimer Sammlung hier vorhanden, wenn auch nur in geringerem Grade.

Außerdem finden sich die Höcker oder doch große Rauhigkeiten beim männlichen Elefantenschwein am größten Teil des Hirnschädels, an den Jochbeinhöckern und um den äußeren Gehörgang, endlich auch am oberen Augenrand, auf den Scheitelbeinen und auf dem Hauerhöcker; bei der Bache ist alles mehr glatt. Beim Eber der Lincolnshirerasse trägt die Höcker der Jochbeinhöcker, der Rand des äußeren Gehörganges, der obere und vordere Augenrand, der obere Rand der Scheitelbeine und die Hauerhöcker. Beim javanischen Eber sind sie stark auf dem oberen Rande der letzteren. Ebenso ist der größte Teil der Oberfläche und sind die stark gewulsteten Ränder der Nasenbeine beim Larvenschwein und bei *Phacochoerus africanus* von den Osteophyten rauh, bei jenem wiederum auch der obere Rand der Hauerhöcker (beides Eber).

Es handelt sich in dieser Erscheinung also nicht rundweg, wie Lucae wollte, um Erzeugnisse der Hauszüchtung bezw. überkräftiger Ernährung, auch nicht um geschlechtliche Unterschiede. Es scheinen aber immerhin die gezüchteten Tiere und die Eber mehr beteiligt zu sein.

Die Hauerhöcker sind jene oft gewaltigen exostosenähnlichen Auswüchse, welche die Oberkiefer der Eber an der Wurzel der oberen Eckzähne gebildet haben.

Da die Hauerhöcker in größerer Ausbildung nur bei den Ebern vorkommen, über den großen hier vorhandenen oberen Hauern, so ist zu schließen, daß sie mit durch den Reiz hervorgerufen sind, welchen die Ausbildung der oberen Eckzähne und deren Thätigkeit während des Lebens auf den Knochen erzeugt. Aber ihre Entstehung beruht offenbar zugleich auf inneren Ursachen, welche mit in der Natur des männlichen Schweines liegen, in korrelativer Beziehung zum männlichen Geschlecht, denn bei diesem zeigen auch andere Schädelknochen mehr dicke, wulstige Ränder und, wie hervorgehoben wurde, mehr poröse Oberfläche und Osteophytenbildung, wenigstens bei den Arten, bei welchen mir solche bekannt ist.

Daß auch die Hauerhöcker mit rauher oder höckriger Oberfläche sowohl bei gezüchteten wie bei wildlebenden Ebern (javanisches Wildschwein, Larvenschwein, *Phacochoerus*) hochausgebildet vorkommen, dies beweist, daß auch sie nichts zu thun haben mit überkräftiger Ernährung, wie Lucae für das Maskenschwein angenommen hat.

Bei den weiblichen Schweinen kommen nur verhältnismäßig kleine Auftreibungen der Oberkiefer über bezw. hinter den oberen Eckzähnen vor, welche niemals höckrig sind. Und auch um die unteren Eckzähne herum ist der Knochen des Unterkiefers aufgetrieben, besonders bei den Ebern, was wiederum auf die Berechtigung der von mir gegebenen Erklärung hinweist.

Die Stirnzapfen der Cavicornia und Ceratopsia, Nasenbeinkamm von Ceratosaurus.

Die Entstehung der Stirnzapfen der *Cavicornia* gehört in dieselbe Gruppe von Veränderungen wie die Verlängerung der Halswirbel oder wie die Entstehung des Processus paramastoideus, denn es handelt sich dabei um eine Knochenbildung, welche mit den Stirnknochen, den Ossa frontalia, von vornherein in Zusammenhang steht. Hier wie bei den Geweihen wird man — abgesehen von der geschlechtlichen Korrelation, welche bei den Geweihen noch maßgebend ist — dieselben Ursachen der Entstehung annehmen müssen: mechanische Reibung im Kampfe, welche den Blutzufluß befördert, ferner aber eine bestimmte, in den physiologischen Verhältnissen des Organismus begründete Neigung, solche Auswüchse an den betreffenden Stellen zu bilden, und eine bestimmte Richtung dieses organischen Wachsens bei verschiedenen Arten der in Frage kommenden Tiere. Denn wie die Geweihe für jede Art ein bestimmtes Wachstum in Bildung von Enden, d. i. von Zinken und Schaufeln zeigen, so sind die Stirnzapfen bei verschiedenen Arten verschieden gebogen oder gewunden. — Für die Entstehung von Geweihen und Hörnern auf den Stirnbeinen an bestimmten Stellen kommt jedenfalls noch als sehr wesentlich in Betracht die Thatsache, daß von vornherein eben an jenen Stellen bestimmte Blutgefäße vorhanden waren, welche die Nährstoffe zu den entstehenden Neubildungen liefern konnten. Es ist hier wohl maßgebend die bei Huftieren als Zweig der Arteria maxillaris interna in die Schleimhaut der Stirnhöhle abgehende Art. frontalis s. supraorbitalis, da der Stirnzapfen mit der Stirnhöhle in Verbindung steht; ferner der Ramus frontalis der Art. temporalis.

Höchst merkwürdig sind die zuweilen zwei Fuß langen paarigen Hörner auf den Stirnbeinen der *Ceratopsia*, in Amerika in der Kreide gefundener Dinosaurier[1]), welche mit den Stirnzapfen der Cavicornier zu vergleichen sind.

Einen knöchernen rauhen Kamm auf den Nasenbeinen trugen die Ceratosaurier, mit der einzigen Gattung *Ceratosaurus* aus dem oberen Jura von Nordamerika[2]).

Als durch mechanischen Reiz hervorgerufen habe ich auch die Bildung der ersten Anfänge der Geweihe der hirschartigen Huftiere schon in meiner Entstehung der Arten[3]) angesehen, zugleich aber hervorgehoben, daß das gesetzmäßige und bei den einzelnen Arten jeweils eigenartig bestimmt gerichtete Auswachsen derselben eines der schönsten Beispiele für meine Auffassung vom gesetzmäßigen, bestimmt gerichteten Wachsen der Form abgiebt.

---

1) Vergl. die Abbildung von *Triceratops flabellatus* Marsh. in Zittel's Paläontologie I 3. S. 751.

2) Ebenda S. 727, Abb. von *Ceratosaurus nasicornis* Marsh.

3) I S. 176.

Nach näherer Überlegung des Thatsächlichen muß ich übrigens die Ansicht vertreten, daß die Veranlassung zur Entstehung der Geweihe der Hirschartigen in letzter Linie wesentlich zu suchen sei in inneren (physiologischen) Ursachen, nämlich in korrelativen Beziehungen zu der Ausbildung der Geschlechtsorgane, d. h. zur Geschlechtsthätigkeit. Sie würden demnach zu erklären sein wie zahlreiche andere sogenannte sekundäre Geschlechtscharaktere, wie z. B. die hakenartige Verlängerung des Unterkiefers beim männlichen Lachse in der Laichzeit u. a. Dafür spricht auf das bestimmteste die Abhängigkeit des Wachsens der Geweihe nicht nur vom Geschlecht, sondern auch von der Geschlechtsreife und vom gesunden und unverletzten Zustande der Hoden. Nur beim Renntier tragen beide Geschlechter Geweihe, und dieselben werden bei beiden abgeworfen. Hier haben die Geweihe aber eine besondere Bedeutung, indem sie zum Aufscharren der Nahrung dienen. Es hat hier also das weibliche Tier eine Eigenschaft angenommen, welche sonst dem männlichen zukommt, ohne daß man die physiologischen Ursachen dieser Ausnahme vorläufig zu erkennen imstande ist: der Nutzen, die Zuchtwahl kann sie nicht hervorgerufen, sondern kann nur zu ihrer Förderung und Erhaltung beigetragen haben. Die Geweihe der Hirschartigen sind neue Knochenbildungen, welche aus bindegewebiger, dann knorpeliger Grundlage entstehen und später mit den Stirnzapfen verwachsen. Auch die

Stirnzapfen der Giraffen entstehen als selbständige Knorpel und erhalten sich sogar nach der Verknöcherung lange Zeit noch vom Schädel getrennt, im Gegensatz zu den Stirnzapfen der Cavicornier, welche sich durch allmähliches Auswachsen der Stirnbeine bilden.

Als hervorragendes Beispiel für die Wirkung der Thätigkeit auf die Formveränderung der Knochen behandeln wir im Folgenden

die Vordergliedmafsen von grabenden und scharrenden Säugetieren.

Hier kommen in Betracht vorzüglich: *Talpa*, *Echidna*, *Ornithorhynchus*, *Dasypus*, *Manis*, *Myrmecophaga*.

Am meisten sind die Vordergliedmaßen eigenartig umgebildet bei den Tieren, welche am stärksten graben, bei den Maulwürfen und bei den Gürteltieren.

Hier sind an den Vordergliedmaßen Ober- und besonders Vorderarme sehr verkürzt und zeigen infolge der kräftigen Thätigkeit der sich ansetzenden Muskeln durch Ausbildung von Muskelgräten und Fortsätzen und durch Krümmung eine Mißgestaltung, wie sie größer nicht gedacht werden kann.

Niemand, der vorurteilslos die Vordergliedmaßen von *Dasypus gigas* oder auch von *Talpa europaea*, wer auch nur einen Humerus eines dieser Tiere einmal angesehen und sich nach den Ursachen der eigenartigen Gestaltung dieses Knochens gefragt hat, wird die gewaltige

Wirkung leugnen, welche der Gebrauch und damit die Vererbung erworbener Eigenschaften auf die Umbildung der tierischen Formen gehabt haben und andauernd haben müssen.

Etwas dergestalt durch Muskelansätze Verzerrtes und Mißgestaltetes wie der

Oberarmknochen des Maulwurfs

giebt es im ganzen Skelettaufbau der Wirbeltiere nicht mehr — nur der Oberarmknochen von *Echidna* und dann der von *Ornithorhynchus* bietet Ähnliches, und es ist daraus und aus anderen Umgestaltungen zu erkennen, daß auch diese Tiere sehr stark graben.

Der Oberarmknochen des Maulwurfs ist zu einem kurzen, platten, unregelmäßig schaufelförmigen, von vorn und außen etwas nach unten und hinten gekrümmten Knochen geworden. Die Schaufelsteht mit der einen Fläche nach vorn, mit der anderen nachhinten, ihr größter Querdurchmesser ist also von oben nach unten gerichtet, ihr kurzer Stiel artikuliert mit dem Vorderarm; seine Ränder sind durch Vorsprünge unregelmäßig. Mächtig ist besonders der Condylus internus humeri infolge der großen Thätigkeit der sich hier ansetzenden Beuger der Hand. Die übrigen Umbildungen sind vorzüglich auf Wirkung des M. pectoralis major, des triceps, deltoideus und teres zurückzuführen.

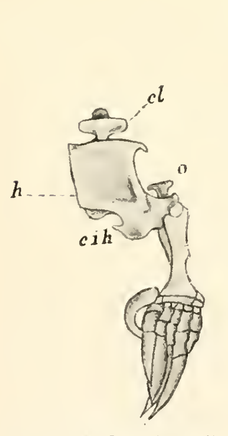


Abb. 28. Vordere Extremität von *Talpa europaea*. *cl* Clavicula, *h* Humerus, *cih* Condylus internus humeri, *o* Olecranon.

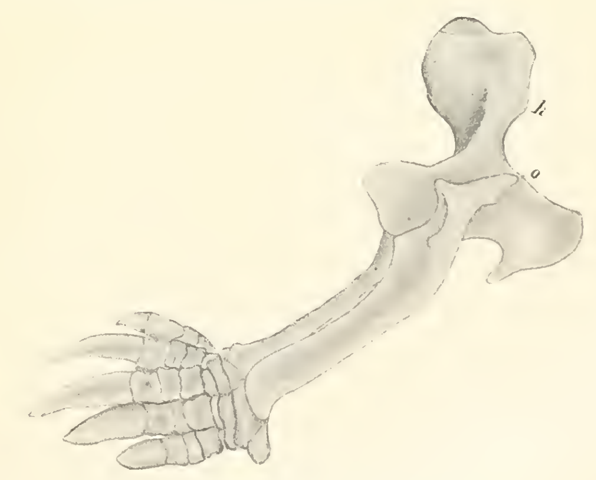


Abb. 29. Vordere Extremität von *Echidna hystrix*. *h* Humerus, *o* Olecranon.

Der größte Breitendurchmesser des Oberarmes beträgt 11, die größte Länge 16 mm. Es ist somit das Verhältnis der größten Breite zur Länge ungefähr 1 : 1½.

Bei allen grabenden Säugern finden sich mächtige Muskelgräten am Humerus, bei allen der ungemein kräftige Condylus internus, bei den

meisten aber auch ein außerordentlich kräftiger Condylus externus zum Ansatz der Strecker der Hand. Beim Maulwurf bildet derselbe einen auffallenden, vom hinteren Ende des oberen Randes der Oberarmschaufel aus nach oben und vorwärts gerichteten, hakenartigen Fortsatz.

Bei *Echidna hystrix* stellen die beiden Condyli hervorragende Platten dar. So ist durch sie der untere Teil des Oberarmknochens beinahe so breit geworden, wie der Oberarm lang ist (74 : 77 mm). Ähnlich hochgradig verbreitert ist er an derselben Stelle auch bei *Ornithorhynchus paradoxus*. Weniger platt ist der Humerus bei *Dasypus gigas*, aber mit geradezu mächtigen Gräten versehen. Er ist hier zwischen den Condyli 61 mm breit, gegen eine Länge von 172 mm, also ungefähr 1 : 2. Verhältnismäßig und an sich am längsten ist der Oberarm bei *Orycteropus* und bei *Myrmecophaga*; ebenso sind hier die Gräten weniger ausgebildet. Auch die Vorderarme sind bei diesen beiden am wenigsten verkürzt. Bei *Manis* ist der Oberarm kurz, hat aber verhältnismäßig schwache Gräten; nur der Condylus internus ist auch hier sehr stark ausgebildet und vorragend.

Der Vorderarm ist am meisten verkürzt bei *Dasypus* und bei *Talpa*. Bei *D. gigas* mißt der Humerus 127, der Radius nur 73 mm, d. i. 1,7 : 1. Beim Maulwurf ist das Verhältnis 1,36 : 1.

Bei allen grabenden Säugern ist das Olecranon (*o* der Abbildungen) zu einem außerordentlich kräftigen Fortsatz entwickelt, am meisten bei *Dasypus*. Die Gürteltiere haben überhaupt den mächtigsten Grabapparat. Die außerordentlich kräftige Ulna ist hier ein platter, messerklingenartig gestalteter Knochen mit nach oben schauender Schneide, nach unten gerichtetem Rücken; vorn, wo sie am breitesten ist, mißt sie 28 mm.



Abb. 30. Vordere Extremität von *Dasypus gigas*. *o* Olecranon, *u* Ulna, *f* große Scharrkralle, *p* Phalange des vierten Fingers, *m* Mittelhandknochen des dritten Fingers, *s* Sehnenknochen.

Der Radius, besonders vorn gleichfalls etwas seitlich zusammengedrückt, liegt über dem oberen freien Rande der Ulna und artikuliert vor bezw. über ihr am Humerus, an der Handwurzel aber nach innen nnd etwas vor ihr. Hier bildet er mit der Ulna zusammen eine 50 mm breite (bezw. hohe) Fläche.

Da die Bewegung des Vorderarmes und der Hand beim Scharren im Winkel zur vorderen Kante des Oberarmes geschieht, also in der Richtung der durch die Breite der Ulna und den Radius gebildeten Platte auf- und abwärts vor sich geht (Abb. 30), so wird die messer-

ähnliche Verbreiterung der beiden Vorderarmknochen, insbesondere der Ulna, und die Art ihrer Übereinanderlagerung mechanisch wohl verständlich. Entsprechend ist auch der Oberarm in seiner oberen Hälfte etwas seitlich zusammengedrückt, während er unten, wie erwähnt, sehr verbreitert ist. Zieht man eine Linie über die obere Crista des Radius und über die vordere des Humerus weiter nach oben, so setzt sich dieselbe auf den oberen Teil des Kammes des gleichfalls stark seitlich zusammengedrückten Akromion und auf die Hauptgräte des Schulterblattes fort. Nach unten und außen verlängert, gelangt die Linie auf die obere Kante der zum Graben mächtig entwickelten Scharrkralle des mittleren (dritten) Fingers (vergl. Abb. 31). Auch diese Scharrkralle ist nämlich wie die senkrecht stehende Klinge eines Messers oder besser wie eine Sichel mit nach oben schauendem Rücken gestaltet. Die Grundlage dieser ungeheuren Scharrkralle (*f* der Abbildung) bildet das letzte Fingerglied: sein oberer Rand ist 123 mm lang. Ähnlich ist es mit dem nächstäußeren (4ten) Finger, der ebenfalls eine Scharrkralle trägt, gleichwie der sehr kurze fünfte, dagegen nicht der erste und zweite. Diese letzteren haben auch ziemlich lange Mittelhandknochen; der erste hat 2, der zweite 3 ziemlich lange Phalangen, bei den Scharrkrallen tragenden Fingern aber ist das einzige nach einwärts von der Scharrkralle gelegene Glied zu einem ganz kurzen, handwurzelähnlichen Knochen (*p*) verkürzt. Zu ähnlichen kurzen Knochen sind die Mittelhandknochen (*m* der Abbildung) der Scharrkrallenreihen verkürzt und verbreitert, überhaupt verdickt, und die der zwei mittleren sind noch dazu seitlich verwachsen. Diese Bildung stellt also den vollsten Gegensatz zu derjenigen des Laufes bei Vögeln und bei Säugern und zur Gestaltung der Fingerglieder bei den Fledermäusen dar (s. später).

Zu allem liegt an der Fußsohle, mit der Fußwurzel artikulierend und von da sich nach vorn erstreckend, ein großer Sehnenknochen (*s*) in der Sehne des großen Beugemuskels der Finger.

Abb. 31. Hand von *Dasypus gigas*.
m Mittelhandknochen, *p* Phalange des vierten Fingers.

Jene auffallende Verkürzung, Verbreiterung und Verdickung der Mittelhandknochen findet sich in ähnlicher Weise, wenn auch nicht so hochgradig, bei anderen stark grabenden Säugern, so beim Maulwurf und bei *Echidna*. Ich wiederhole, daß beim Gürteltier die nicht grabenden Finger lange Phalangen und lange Mittelhandknochen haben.

Auch im übrigen sind die Umbildungen der Vordergliedmaßen anderer grabender Säuger mehr oder weniger ähnlich umgestaltet wie beim Gürteltier, mit den Abweichungen, welche sich aus dem größeren oder geringeren Grade grabender Thätigkeit und aus der Art derselben bezw. der Art der Bewegung aller Teile ergeben.

Beim Maulwurf z. B. ist die Scharrhand außerordentlich breit geworden, indem alle Teile der Hand scharren und verbreitert sind, so insbesondere auch die Fingerglieder. Dazu kommt noch die Scharrkralle.

Die Scharrbewegung ist hier eine ganz andere als bei den Gürteltieren: sie geschieht nicht schneidend, kratzend, von vorn nach hinten werfend wie dort, sondern schaufelartig nach außen und hinten werfend, wie beim Schwimmen sich die Hände im Wasser bewegen. Ich will mich übrigens mit der gegebenen genaueren Beschreibung der Einrichtungen bei *Dasypus gigas* begnügen und weise nur noch auf das verhältnismäßig mächtige, am Ende in eine nach abwärts gerichtete Spitze auslaufende Olecranon (*o*) des Maulwurfs hin, welche sich an der nach vorn und unten gerichteten Fläche desselben in einen auffallend kräftigen Kamm fortsetzt. Je eine Spitze bildet ein Gegenstück zu den merkwürdigen zackig-spitzigen Fortsätzen, welche oben und unten am Humerus zu sehen sind.

Wie ist nun die Verkürzung der Knochen der Vordergliedmaßen bei schwimmenden und grabenden Wirbeltieren im Gegensatz zur Verlängerung bei laufenden und hüpfenden zu erklären?

Es handelte sich um Herstellung von kräftigen Werkzeugen, vor allem bei den Grabern. Dieselben mußten für ihren Zweck kurz und ihre Knochen zugleich verhältnismäßig stark sein. Die Verstärkung und die Art derselben ergab sich aus der Art der Arbeit. Die Verkürzung ist aber, abgesehen von der dabei mit in Betracht kommenden Auslese, offenbar teilweise auf Ursachen zurückzuführen, welche denen der Verlängerung entgegengesetzt sind. Statt eines Druckes parallel der Längsachse der Knochen, wie bei den Unterarm- und Unterschenkelknochen und den Läufen bei Vögeln und bei stark laufenden oder springenden Säugern oder statt eines verlängernden Zuges, wie bei den Fledermäusen, ist in den Flossenhänden wie in den Grabhänden Unbeweglichkeit und eher ein Zusammengedrücktwerden z. B. der Mittelhandknochen parallel der Hauptachse der Hand gegeben, ebenso am Ober- und am Vorderarm. Hauptsächlich aber ist wohl maßgebend, daß in der Längsrichtung Unthätigkeit, n der dazu senkrechten aber Thätigkeit bezw. Reiz stattfindet, daher Verkürzung und Verdickung bezw. Verbreiterung.

Sehr beweisend für diese Auffassung ist unter anderen die ungeheure Länge und Stärke des Fingergliedes, welches beim Gürteltier die große Scharrkralle bildet. Dasselbe ist verlängert, weil es mit seiner äußersten Spitze, also unter dem Einfluß des Reizes der Verlängerung arbeitet, und ist sichelartig von oben nach unten verbreitert und verdickt infolge der senkrecht zu seiner Länge erfolgenden Arbeit. Die geringere Ausbildung der zwei äußeren Scharrkrallen entspricht der geringeren Thätigkeit derselben. Endlich ist wegen mangelnder Grabthätigkeit das Fehlen entsprechender Umbildung an den inneren Fingern gegeben.

Noch muß ich eine Bemerkung machen über

die Stellung des Oberarms bei den verschiedenen grabenden Säugern.

Während beim Gürteltier, wie früher hervorgehoben worden ist, Grabhand, Vorderarm, Oberarm und selbst die obere Schulterblattgräte



Abb. 32. Skelett eines Dachshundes.

(wie wir sehen werden, sind zwei solche Gräten vorhanden) entsprechend der Art der Grabthätigkeit in einer Ebene liegen, ist dies bei den meisten anderen grabenden Säugern (außer bei *Manis* und *Myrmecophaga*) nicht der Fall. Hier ist der Oberarm entweder wagrecht nach außen

gerichtet wie bei *Echidna*, *Ornithorhynchus* und Maulwurf, oder nach außen unten und hinten wie beim Dachs, Dachshund und Fischotter.

Ganz besonders fällt diese Stellung, welche offenbar auf freierer und seitwärts gerichteter Grabthätigkeit beruht, und ebenso die Gestaltung des Vorderarms auf beim Dachshund gegenüber dem Verhalten der übrigen Hunderassen. Bei letzteren stehen Oberarm, Vorderarm und Hand in einer senkrechten Ebene, und der Vorderarm ist gerade. Beim Dachshund dagegen ist der Oberarm, wie gesagt, nach außen, unten und hinten gerichtet und dabei in der Mitte etwas nach unten gekrümmt. Die Vorderarme sind nach unten und einwärts gestellt. Dabei ist besonders der Radius nach ein- und vorwärts konvex gebogen, die Ulna mehr nach einwärts geknickt. Der Radius sieht mehr nach innen, Ulna und Olecranon mehr nach außen als bei anderen Hunden. Die Condyli des Oberarms sind viel kräftiger als bei diesen und zackig.

Starke Gräten finden sich am Oberarm schon bei Dachs und Fischotter, wenn auch nicht so weit ausgebildet wie bei *Dasypus* u. a.

Endlich mag hier noch besonders darauf hingewiesen werden, daß auffallende Gräten zum Muskelansatz am Oberarm, ähnlich wie sie bei grabenden Säugern vorhanden sind, unter den Vögeln nur bei den ausgezeichneten Fliegern, bei *Cypselus* und den Schwalben vorkommen, zum Ansatz der dabei thätigen Brustmuskeln, welche auch für die Verzerrung des Oberarms der grabenden Säuger durch diese Grätenbildung mit maßgebend sind.



Abb. 33. Humerus von *Dasypus gigas*. *Fe* Foramen entepicondyloideum.

Sehr auffallend ist bei den meisten grabenden Säugern ein die Arteria und Vena brachialis und den Nervus medianus aufnehmendes, meist weites Loch, das

Foramen entepicondyloideum (Canalis entepicondyloideus *Fe* der Abbildung),

welches in der Richtung von hinten nach vorn bezw. von hinten und oben nach vorn und unten oberhalb des stark vorspringenden Condylus internus durch den inneren Teil des Oberarmknochens geht, so bei *Dasypus*, *Myrmecophaga*, *Manis*, *Lutra*, *Meles*, *Echidna*, *Ornithorhynchus*, *Talpa*. Es ist dasselbe offenbar infolge der Vergrößerung des Condylus internus in der Art entstanden, daß Knochenmasse beim Wachsen die genannten Gefäße und Nerven einschloß. So findet sich das Loch auch bei *Bradypus didactylus*, welches Faultier im Gegensatz zu anderen einen sehr verbreiterten Condylus internus besitzt[1]). Auf dieses Loch hat bei *Bradypus didactylus* zuerst Rapp aufmerksam

[1]) Auch bei *Bradypus torquatus* kommt das Loch nach A. Wagner vor. Vergl. Münchener gelehrte Anzeigen No. 9 1850. Das Skelett dieses Tieres besitzen wir nicht.

gemacht[1]). Er erwähnt, daß die Röhrenknochen der Faultiere keine Markhöhle enthalten, sondern wie die Knochen der Cetaceen ganz mit Diploë erfüllt sind. Auch bei *Myrmecophaga*, sagt er, enthält der Oberarmknochen nur eine Andeutung einer Markhöhle, und ebenso scheine bei den Gürteltieren die Markhöhle zu fehlen. Im Schenkelbein eines erwachsenen Riesengürteltieres habe er sie nicht gefunden.

Augenscheinlich ist das Zurücktreten der Markhöhle und die Entstehung von Diploë in den Knochen der genannten Tiere ebenso wie die Diploëbildung in Teilen der Knochen bei anderen, z. B. in den Gelenkköpfen der Oberschenkel, mechanisch wichtig für die Verstärkung der Knochen.

Jedenfalls zeigen Thatsachen wie die Entstehung des Loches am inneren Condylus des Oberarms und die Bildung von Diploë in Röhrenknochen, wie nicht nur die äußere Gestalt, sondern auch andere besondere Eigenschaften der Knochen auf den Gebrauch, die Thätigkeit infolge von Vererbung erworbener Eigenschaften zurückzuführen sind.

Bei näherer Betrachtung wird sich die mechanische Erklärung einer Fülle von solchen Beziehungen ergeben, welche man sonst, in Ermangelung der Erklärung als korrelative zu bezeichnen pflegt[2]).

Ein Canalis entepicondyloideus kommt auch bei manchen anderen Säugetieren vor, und seine äußere Wand erscheint beim Menschen zuweilen als ein nach unten gerichteter Haken: Processus supracondyloideus[3]). Er findet sich sogar bei Reptilien und bei ausgestorbenen Amphibien: bei den meisten Reptilien befindet sich übrigens, sagt Wiedersheim, der Kanal an der Außenseite (Canalis ektepicondyloideus), oder es sind zwei Kanäle vorhanden. Wiedersheim faßt den Kanal bezw. den Processus supracondyloideus als eine vererbte Beziehung zwischen dem Menschen und den niederen Wirbeltieren auf. Es darf aber wohl jedenfalls der innere Kanal nicht mit dem äußeren zusammengeworfen werden und der innere Kanal wird bei verschiedenen Wirbeltieren nicht von vornherein als eine blutsverwandtschaftliche Überlieferung angesehen werden dürfen. Es wird zu untersuchen sein, ob derselbe nicht hier und dort auf Grund der gleichen mechanischen Ursachen selbständig entstanden ist. Außer bei den schon genannten Säugern kommt er auch vor bei *Callithrix*, *Cebus*, *Hapale rufimana*, *Felis*, *Paradoxurus*, *Herpectes*, *Procyon*, *Mustela*, *Nasua*, *Arctomys*, *Centetes*, *Cercoleptes*, *Orycteropus*, *Didelphys*, *Halmaturus*.

Bei *Phascolarctus* und *Gulo* aber ist ein Foramen ectepicondyloideum vorhanden.

---

1) W. v. Rapp, Anatom. Untersuchungen über die Edentaten. 2. Aufl. Tübingen. Fues 1852 S. 41.

2) Vergl. hierzu J. Wolff, Das Gesetz der Transformation der Knochen. Berlin 1892. C. F.

3) Vergl. R. Wiedersheim, a. a. O. S. 68. Fig. 56 S. 69.

Die Gliedmafsen feststehender, sich daran aufhängender und hüpfender Tiere.

Bei Vögeln und anderen feststehenden oder hüpfenden Wirbeltieren, besonders bei hüpfenden Säugern kommen hier nur die Hintergliedmaßen, bei manchen sich daran aufhängenden dagegen die vorderen in Betracht, bei den auf allen Vieren feststehenden aber Vorder- und Hintergliedmaßen, indessen, was die hier zu behandelnde Umbildung angeht, nur solche, welche besonderem Reiz, namentlich durch festes Stehen auf hartem Boden ausgesetzt sind. Überall kommt nämlich als Ursache der Umbildung vorzugsweise Druck in der Richtung der Längsachse, auch wohl Reibung in Betracht oder — bei greifenden bezw. sich aufhängenden Tieren — auch Zug.

Ich beschränke mich hier auf einen kurzen Überblick, zumal da Cope die Verhältnisse für die Säuger sehr eingehend behandelt hat. Aber allerdings gerade das ist hervorragend bedeutsam für unsere Frage, daß auch hier bei ganz verschiedenen Wirbeltiergruppen ganz dieselben Umbildungen durch den Gebrauch erzielt worden sind, und darauf will ich im Folgenden besonders hinweisen.

Zuerst ist der Unterschied in der Länge und in der mehr oder weniger kräftigen Ausbildung der Gliedmaßen bei niederen, im Wasser lebenden Wirbeltieren (Molchen) einerseits und bei den auf dem Lande lebenden andererseits hervorzuheben: dort noch große Schwäche, zum Teil ganz mangelhafte Ausbildung der Gliedmaßen, hier mehr und mehr kräftige Entwicklung, sei es der Vorder-, sei es der Hintergliedmaßen oder beider, je nach dem Gebrauch.

Stark verlängerte Vordergliedmafsen durch Streckung haben die anthropomorphen Affen, die Faultiere (*Bradypus*) und die Fledermäuse. Außerordentlich verlängert sind sie unter den ersteren bei *Hylobates*, und hier kann doch wohl nur eben wieder die Art des Gebrauchs als maßgebend angesehen werden: ein Langarmaffe schwingt sich mit seinen Armen 12 bis 13 Meter weit von Ast zu Ast.

Bei der Thätigkeit der Affenarme wird der Vorderarm am meisten in Anspruch genommen. Demgemäß besteht auch die Verschiedenheit der Länge der Vordergliedmaßen zwischen Menschen und Affen wesentlich in der Verschiedenheit der Länge des Vorderarmes. Nimmt man den Oberarmknochen des männlichen Europäers zu 100, so kommt auf seinen Radius 73, auf den Radius der ♂ Weddas 80, auf den Radius des Schimpanse 90—94, beim europäischen Kinde ist der Vorderarm länger als beim Erwachsenen (Wiedersheim).

In ähnlicher Weise ist offenbar die Verlängerung der Arme bei den Faultieren auf die Art des Kletterns und Sichaufhängens zurückzuführen, was schon Cope hervorhebt. Auch die Verlängerung der Vorderglied-

maßen bei den Fledermäusen ist wohl durch das fortwährende Gestrecktwerden, besonders in der Jugend, als die Teile noch nicht fertig, noch nicht fest waren, begünstigt worden, ebenso die Verlängerung der Mittelhand- und der Fingerglieder durch die durch die Flughaut beim Fliegen verursachte Dehnung.

Die Entstehung der Flughaut selbst ist, nebenbei bemerkt, wieder ein sprechendes Beispiel dafür, daß der Nutzen die erste Bildung von Organen nicht erklären kann. Nur physiologische (innere) Ursachen können hier maßgebend gewesen sein — vielleicht solche korrelativer Natur.

Mehr als die Menschenaffen benützen die übrigen Affen die Hintergliedmaßen zum Greifen und beim Klettern: so sind hier Vorder- und Hintergliedmaßen sehr lang; aus denselben Gründen sind sie es bei den Faultieren und endlich bei den Fledermäusen, welch letztere sich daran aufhängen.

Verlängerung infolge festen Auftretens. Sehr bemerkenswert ist das Längenverhältnis der Gliedmaßen der anthropomorphen Affen gegenüber jenen der Menschen. Bei den Menschenaffen sind die Hintergliedmaßen kurz, die Vordergliedmaßen lang und kräftig. Beim Menschen sind die Hintergliedmaßen sehr lang und kräftig, die Arme schmächtig und dünn. Es ist klar, daß das Stehen auf den Hintergliedmaßen und der Nichtgebrauch der Vordergliedmaßen beim Menschen in dieser Beziehung maßgebend gewesen ist. Es handelt sich hier um eine Verlängerung und Verstärkung der Ober- und Unterschenkelknochen infolge des Reizes, welchen der Widerstand des festen Bodens beim Auftreten einerseits und die Last des Rumpfes andererseits erzeugt, also um Druckreiz von unten und oben.

Die Bedeutung dieses Druckreizes für die Umbildung der Gliedmaßen durch Verlängerung derselben ist eine ungeheure und läßt sich in den verschiedensten Wirbeltiergruppen erkennen.

Bei den mit allen Vieren gleichmäßig nahezu senkrecht und fest auftretenden Huftieren sind nicht nur die langen Röhrenknochen sehr verlängert und verstärkt, sondern es tritt auch eine Verlängerung des Mittelfußes ein, welche man als den Anfang der Entstehung eines Laufes bezeichnen kann. Diese Verlängerung ist beim festen Auftreten verbunden mit einer Vereinfachung der Teile, sei es durch Verkümmerung und Rückbildung anderer Teile, sei es durch Verwachsung mehrerer oder durch beides — alles offenbar infolge von bevorzugtem Gebrauch bezw. von Nichtgebrauch.

Bemerkenswert ist dabei zunächst das Verhalten des Oberarms und Oberschenkels: dieselben sind, abgesehen von Verkürzung durch Rückbildung, auf welche wir noch zu sprechen kommen, bei allen Huftieren verhältnismäßig kurz. Sie stehen nicht senkrecht, sind somit dem Druck senkrecht auf ihre Längsachse nicht ausgesetzt, sondern dienen nur gewissermaßen als hebelartiger Zwischengelenksknochen zwischen Schulter bezw. Becken und Vorderarm, bezw. Unterschenkelknochen.

Nur beim Elefanten, bei welchem Oberarm und Oberschenkel vollkommen senkrecht stehen, sind jene lang und außerordentlich kräftig, länger, als die Unterschenkel. Ganz dasselbe Verhältnis haben wir in Beziehung auf die Beine beim Menschen gegenüber den Menschenaffen. Die senkrecht stehenden Oberschenkel des Menschen sind gegenüber jenen der Menschenaffen lang und kräftig, ähnlich wie die Unterschenkel beim Menschen länger und kräftiger sind als bei den Anthropomorphen. Nur bei den übrigen Affen sind die Oberschenkel, trotzdem dieselben nicht senkrecht stehen, ebenso wie die Unterschenkel und entsprechend Oberarm und Vorderarm sehr lang, was ebenso offenbar mit der früher erwähnten Gebrauchsweise zusammenhängt.

Bei den auf hartem Boden fest auftretenden, schnell sich bewegenden Huftieren sind Vorderarm und Unterschenkel dadurch vereinfacht, daß Elle und Wadenbein rückgebildet, mit Speiche bezw. Schienbein verwachsen sind.

Die Entstehung von Läufen ist, und zwar vorn und hinten, am weitesten vorgeschritten bei der Giraffe, wo die Läufe so lang oder länger sind als die Unterschenkel und Unterarmbeine.

Vereinfachung ist hier auf zweierlei Weise eingetreten: bei den Wiederkäuern verwachsen zwei Mittelfußknochen, zwei sind verkümmert, einer ist geschwunden; es bleiben zwei ganze Zehen und zwei Zehenreste. Bei den Einhufern bleibt nur ein Mittelfußknochen mit einem Finger bezw. einer Zehe, nebst zwei Mittelfußknochenresten, den Griffelbeinen.

Verstärkung des Schienbeins durch festes Auftreten. Auch die verhältnismäßige Stärke vom Schienbein und Wadenbein hat durch veränderten Gebrauch eine starke Veränderung erfahren. Beide Knochen beteiligten sich ursprünglich bei den Wirbeltieren gleichmäßig am Kniegelenk, heute ist das Wadenbein beim Menschen nur noch Anhängsel des Schienbeins. Goethe hat die Verstärkung des Schienbeins gegenüber dem Wadenbein, als auf Kosten des letzteren gehend, als Beispiel für Ausgleichung (Kompensation) dargestellt.

Ebenso veränderte sich die Anteilnahme der beiden Knochen am Unterschenkelfußgelenk im Laufe der Zeit[1].

Bei den übrigen Säugetieren, wo gewöhnlich Oberarm- und Vorderarm-, Oberschenkel- und Unterschenkelknochen ziemlich gleich lang sind, handelt es sich in der Stellung um eine Winkelstellung, bei welcher auf beide derselbe Druck entfallen wird. Häufig wird die Winkelstellung eine doppelte dadurch, daß die Mittelhand- und Mittelfußknochen sich hinten vom Boden erheben und verlängert sind. So ist es besonders bei vielen Raubtieren (z. B. Hund und Katze) und manchen Nagern u. a. Unter letzteren erwähne ich den Hasen noch vorzugsweise deshalb, weil seine Gliedmaßenknochen vorn und hinten außerordentlich lang sind, was offenbar wiederum mit der so sehr thätigen Bewegungsart dieses Tieres zusammenhängt. Und zwar sind die Knochen seiner Hintergliedmaßen

[1]) Vergl. R. Wiedersheim, a. a. O. S. 72.

länger und kräftiger als die der Vordergliedmaßen, was sich wiederum durch die bekannte Bewegungsweise der Hasen erklärt.

Die schlagendsten Beweise für die Bedeutung des Gebrauchs und damit der Vererbung erworbener Eigenschaften für die Umbildung der Gliedmaßen liegen aber in der **Verlängerung durch Hüpfen.**

Gestaltung der hinteren Gliedmafsen gegenüber den vorderen

in den Fällen, in welchen die ersteren hervorragend oder durchaus zum Feststehen und zur Bewegung auf dem Erdboden dienen. Wir haben in dieser Beziehung schon den Menschen gegenüber den Menschenaffen und anderen Affen hervorgehoben, ferner soeben den Hasen.

Eines der schönsten Beispiele für mächtige Ausbildung der Hintergliedmaßen durch Gebrauch bilden aber

die Hinterbeine der Frösche. Während schon die der übrigen schwanzlosen Lurche viel länger und stärker sind als die vorderen, deutlich infolge des stärkeren Gebrauchs, sind beim Frosch, der sich auf



Abb. 31. Skelett von *Rana esculenta.*

ihnen weit fortzuschnellen im Stande ist, Ober- und Unterschenkel ganz hervorragend lang. Ein gesondertes Wadenbein ist nicht mehr zu erkennen — deutlicher ist die Trennung noch bei den Kröten. Zwei sehr verlängerte Mittelfußknochen bilden bei den Anuren eine Art Lauf, in der Ruhe glatt aufliegend, aber zum Emporschnellen bestimmt. Besonders beim Frosch sind zu diesem Zweck auch die Zehenglieder sehr verlängert.

Die Verlängerung und teilweise Vereinfachung der Hintergliedmaßenknochen ist hier nicht durch festes Auftreten auf die Längsachse, sondern durch Abschnellen vom Boden erfolgt, welches auf Hebelbewegung von 1) Fuß, 2) Unterschenkel, 3) Oberschenkel, 4) Becken beruht. Auf letzteres kommen wir noch zurück. Aber auch die Vordergliedmaßen bilden einen Schnellapparat, wenn auch von geringerer Bedeutung. Ober- und Vorderarm sind stark, ersterer verhältnismäßig lang, am letzteren sind Speiche und Elle verwachsen.

Zum Zweck des Schnellens stehen die Hebel der Vorder- und der Hintergliedmaßen zu einander im Winkel: vorn wird ein nach vorn offener Winkel gebildet, durch Hand und Vorderarm einerseits und Oberarm andererseits, sodann ein bald nach vorn, bald nach hinten offener durch Oberarm und Schultergürtel; hinten sind drei Winkel: 1) ein nach vorn offener, durch Fuß und Unterschenkel, 2) ein nach hinten offener, durch Unterschenkel und Oberschenkel, 3) ein nach vorn offener, durch letzteren und Becken gebildet (vergl. auch die Abbildung von *Pipa*).

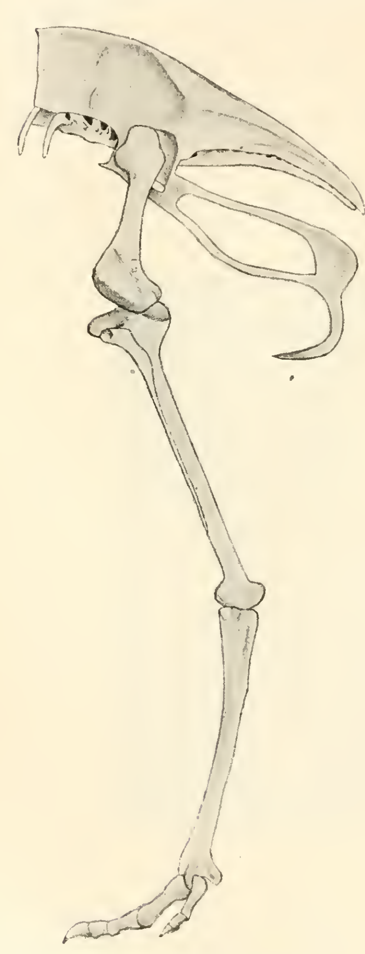


Abb. 35. Hintere Extremität von *Struthio camelus*.

Ferner gehört hierher die außerordentliche Verlängerung, Verstärkung und Vereinfachung der Hintergliedmaßen der Vögel.

Diese hochgradige Umbildung geschah teilweise durch festes Auftreten in der Richtung der Längsachsen der Knochen, teilweise durch Schnellen, letzteres besonders bei den hüpfenden Vögeln. Am mächtigsten ist die Umbildung bei den Laufvögeln, den Straußen, wo bei den zweizehigen annähernd ein Zustand eingetreten ist wie beim Pferd, indem die eine Zehe, welche erheblich größer ist als die andere, vorzugsweise zum Auftreten dient: Auftreten auf festem Boden ist es offenbar, was hier ähnliche Wirkung auf das Skelett gehabt hat wie bei den Einhufern.

Dazu kommt bei den Vögeln die Bildung eines Laufs aus verlängerten und verwachsenen Mittelfußknochen, abgesehen von der Zuthat

der gleichfalls mit ihm verwachsenen äußeren Reihe von Fußwurzelknochen, ganz gebildet wie der Lauf der Huftiere. Der Vogellauf ist oft beinahe so lang wie der Unterschenkel. Der Unterschenkel aber ist stets sehr verlängert und einfach, indem die Fibula immer teilweise (unten) verkümmert und mit der Tibia verwachsen ist. Außerdem ist in die Bildung des Unterschenkels die innere Reihe der Fußwurzelknochen übergegangen, deren Knochen mit ihm und unter sich verwachsen sind. Am längsten sind Lauf und Unterschenkel bei den Stelzvögeln und bei den Laufvögeln. Bei diesen beiden und bei den Schwimmvögeln ist dagegen der Oberschenkel am kürzesten. Auf den letzteren Fall kommen wir zurück: es hängt seine Gestaltung mit der Benutzung der Beine als Ruder zusammen — bei allen rudernden Wassersäugetieren ist der Oberarm bezw. der Oberschenkel, wie wir sehen werden, kurz. Das Verhalten der Stelz- und der Laufvögel bietet ein sehr hübsches Analogon zu dem der fest auftretenden Säuger, insbesondere der Huftiere nicht nur in Beziehung auf die Kürze des Oberschenkels, sondern auch in Beziehung auf die Länge des Unterschenkels und des Laufs. Man vergleiche die Verhältnisse bei den genannten Vögeln und bei der Giraffe oder beim Pferd!

Bei den meisten übrigen Vögeln, welche weniger fest schreiten und sich teilweise hüpfend bewegen, sind die Oberschenkel länger, Unterschenkel und Läufe nicht viel länger als der Oberschenkel, so daß drei annähernd gleich lange Hebel entstehen, die beim Stehen in ganz derselben Winkelstellung sich befinden wie beim Frosch und die ähnlich wirken wie dort. Bei den Stelz- und Laufvögeln dagegen stehen Unterschenkel und Lauf beim festen Stehen in einer Linie, ohne Winkelbildung, aufeinander wie bei den Huftieren. In allen Fällen haben dieselben mechanischen Ursachen dieselben Wirkungen, dieselben Umbildungen der Teile erzielt.

Am ausgesprochensten ist die Verlängerung der Hintergliedmaßen, insbesondere auch die Ausbildung des Laufs bei *Dinornis*. Wir lassen Maße für *Dinornis maximus* und *elephantopus* als Beispiel folgen. (Nach Owen's[1]) Zahlenangaben oder nach seinen Abbildungen von Dr. Fickert gemessen.)

Dinornis maximus	Höhe:	3,35 m
	Rumpf lang:	1,32 m
	Bein:	2,74 m
	Oberschenkel:	0.46 m
	Unterschenkel:	0,98 m
	Lauf:	0,50 m
Dinornis elephantopus	Höhe:	?
	Oberschenkel:	0,33 m
	Unterschenkel:	0,61 m
	Lauf:	0,23 m.

[1]) Owen, Extinct birds of New Zealand. London 1879.

Noch mehr in die Augen fallend sind aber die ursächlichen Beziehungen zwischen Gebrauch und Bildung der Hintergliedmaßen, wenn wir die hüpfenden Säuger, die Kängurus und Springmäuse mit Frosch und mit Vögeln vergleichen.

Welch mächtige Entwicklung der Beine gegenüber den Armen bei den Springmäusen! Die Vordergliedmaßen samt Schulterblatt sind bei *Dipus jaculus* so klein, zart und zierlich, daß sie einem ganz anderen Tiere anzugehören scheinen, als die hinteren. Etwa $6^1/_2$ cm lang sind Oberarm, Vorderarm und Hand zusammen. Fast ebenso lang ist der Oberschenkel allein, der Unterschenkel aber $7^1/_2$ cm, der Lauf ohne Calcaneus etwa 6 cm. Der Oberschenkel ist also verhältnismäßig so lang wie beim Frosch und den hüpfenden Vögeln. Die Fibula ist bis auf Fadendünne rückgebildet und unten mit der Tibia verwachsen. Drei Mittelfußknochen sind zu einem Lauf verwachsen. Zu beiden Seiten desselben liegen zwei kürzere Mittelfußknochen mit Zehen, drei Zehen stehen mit dem Lauf in Verbindung. Bei anderen *Dipus* sind auch die zwei seitlichen Zehen geschwunden und nur noch kleine obere Reste der entsprechenden Mittelfußknochen vorhanden, ganz wie die Griffelbeine der Pferde. So ist es z. B. bei *Dipus aegyptius*.

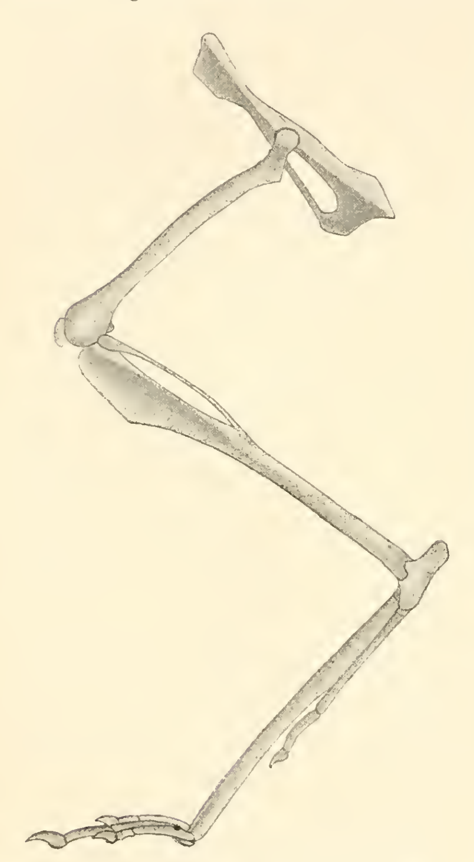


Abb. 36. Hintere Extremität von *Dipus jaculus*.

Die Achillessehne ist bei den Springmäusen verknöchert, stellt einen neuen Knochen dar. Der ganze Apparat der Hintergliedmaßen ist zum Emporschnellen des Tieres eingerichtet und steht in doppeltem Winkel wie beim Frosch.

Der lange Lauf ist also durch Verwachsung von Mittelfußknochen gebildet wie bei den Vögeln.

Ganz derselbe Unterschied zwischen Hinter- und Vordergliedmaßen ist bei den Kängurus vorhanden. Auch sind die ersteren hier im einzelnen ähnlich gebildet wie bei den Springmäusen: langer Oberschenkel, langer Unterschenkel, an welchem jedoch das Wadenbein noch ganz

erhalten und frei ist. Der Lauf steht mehr wagrecht, ist noch nicht halb so lang wie der Unterschenkel und besteht aus vier Mittelfußknochen. Von diesen sind die zwei inneren jederseits fadendünn verkümmert, wie auch die daran befindlichen Zehen, welche zugleich sehr verkürzt sind — nur noch im Schwinden begriffene Reste. Die zwei äußeren Mittelfußknochen und Zehen sind kräftig und lang, am kräftigsten und längsten

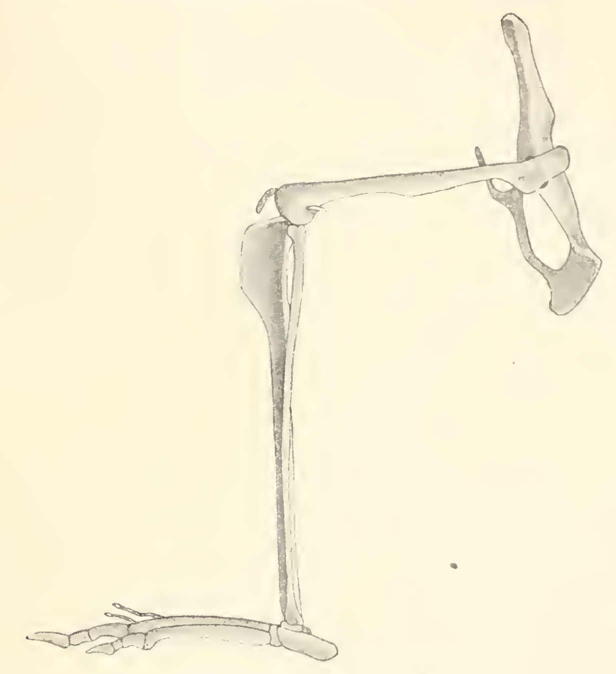


Abb. 37. Hintere Extremität von *Halmaturus robustus.*

die mittlere, welche auf die zwei verkümmerten folgt: denkt man sich die zwei verkümmerten inneren Zehen weg, so hat man eine Bildung ähnlich dem Fuß der zweizehigen Strauße; wie dort ist die Hauptzehe so viel länger und kräftiger, als die äußere, daß Neigung zur Entstehung der Einzehigkeit wie beim Pferde gegeben ist. Auch bei den Kängurus stehen die Knochen der Hintergliedmaßen hebelartig verbunden in Winkeln wie beim Frosche und auch hier ist die Ursache der ganzen Gestaltung selbstverständlich eine federnde, das Tier emporschnellende Vorwärtsbewegung.

Die gegenteilige Umbildung haben, wie wir sehen werden, die Füße der Fetttaucher unter den Vögeln infolge von schwachem Auftreten erfahren.

Es dürfte dem vorzugsweise weichen Boden zuzuschreiben sein, daß beim Elefanten, trotz seiner gewaltigen Schwere, Speiche und Elle getrennt bleiben, was zum Zweck des Tragens der Last ausgeglichen ist durch mächtige Entwicklung der Ulna und dadurch, daß Ulna und Radius

gewissermaßen umeinander gewunden sind, indem der letztere mit dem unteren Ende innen, mit dem oberen außen von der Ulnagelenkung zu liegen kam. Er zieht also von unten und innen nach oben und außen und zwar an der Vorderseite der Ulna.

Auch Schienbein und Wadenbein bleiben getrennt, obwohl sie nebeneinander stehen. Aber die gewaltigen Oberschenkel stehen beim Elefanten senkrecht, in einer graden Linie mit den Unterschenkeln und helfen die Last weit mehr mittragen, als dies ein im Winkel gestellter Knochen thun würde. Demgemäß sind aber die Oberschenkel auch ausnahmsweise lang.

Aus dem beschriebenen Verhalten des Oberschenkels ergiebt sich der schiebende, nicht hebelnde Gang der Hintergliedmaßen.

Endlich hängt es offenbar mit der Bewegung auf feuchtem oder weichem Boden zusammen, daß der Elefant keine Läufe und daß er fünf Zehen behalten hat, daß er nicht zum Zwei- oder Einhufer geworden ist.

Hier möchte ich noch anfügen, daß es auch unter den Reptilien aufrechtgehende Formen gegeben hat, deren Hintergliedmaßen infolge ihrer Stellung und Bewegung im Laufe der Zeit mächtig ausgebildet wurden, nämlich *Iguanodon*, welcher aufgerichtet $4^1/_2$ m gemessen hat. Auch er zeigt den Beginn von Läufen. Allein die Mittelfußknochen sind bei ihm noch nicht fest verwachsen. Dasselbe Verhältnis besteht z. B. bei *Compsognathus*.

Auch *Archaeopteryx* deutet durch die langen Ober- und Unterschenkel, durch die verhältnismäßig langen Läufe und durch ein vergrößertes Becken an, daß er anfing auf den Hintergliedmaßen zu stehen. Aber er hatte noch reptilienähnliche Vordergliedmaßen mit drei ausgebildeten, krallentragenden Fingern, keine stark verlängerten Mittelhandknochen wie die Vögel. Hinten hatte er wie die Vögel drei nach vorn und eine nach hinten gerichtete Zehe.

Verlängerte Phalangen finden sich, abgesehen von den Vögeln, fliegenden Echsen und Fledermäusen, von welchen noch die Rede sein wird, hauptsächlich an den

Zehengliedern von

Amphibien und Reptilien, wo auch die Zahl dieser Glieder am größten ist, sowohl im Verhältnis zu den eigenen Fingergliedern, als zu Fingern und Zehen anderer Wirbeltiere. Auch diese Verlängerung beruht augenscheinlich auf mechanischen Ursachen, auf dem eigenartigen Gebrauch der Hintergliedmaßen gegenüber den vorderen. Die gehenden und hüpfenden unter diesen Tieren treten sehr platt und kräftig mit den Füßen auf dem Erdboden auf. Bei den Fröschen und Kröten wird der Fuß außerdem noch verlängert durch außerordentliche Verlängerung von zwei Metatarsalknochen, welche sich fast wie ein Unterschenkel ausnehmen.

Die Verlängerung dürfte auch bei den Phalangen auf eine andauernde Streckung zurückzuführen sein infolge der Notwendigkeit, eine ausgedehnte Fläche für die Füße beim Auftreten auf weichem Boden zu gewinnen.

Die größere Zahl der Zehenglieder ist dagegen vielleicht auf ursprüngliche Verhältnisse zurückzuführen, welche sich hinten, ebenfalls infolge jener mechanischen Ursachen, erhalten haben, vorn dagegen bei den Amphibien zurückgetreten sind.

Die Verminderung der Zahl der Mittelfußglieder der Frösche und Kröten bei gleichzeitiger Verlängerung beruht vielleicht darauf, daß der Mittelfuß bei der Bewegung teilweise aufrecht gestellt wird. Am meisten ist dies wohl bei *Pipa* der Fall, und hier sind seine Knochen auch am längsten und kräftigsten.

Die Zahl der Phalangen beträgt bei

	vorn	hinten
Iguana	2. 3. 4. 5. 3.	ebenso
Lacerta	desgl.	ebenso
Monitor	desgl.	ebenso
Alligator	2. 3. 4. 4. 3.	2. 3. 4. 4.
Crocodilus	desgl.	ebenso
Rana	2. 2. 3. 3.	2. 2. 3. 4. 3.
Bufo	desgl.	ebenso
Pipa	2. 2. 3. 2.	2. 2. 3. 3. 3.

Vordergliedmafsen der Flieger.

Die Vögel haben infolge des Nichtgebrauchs von Teilen der Hand die bekannte Rückbildung derselben erfahren. Aber die übriggebliebenen Knochen der Hand sind in den Dienst des Fliegens getreten. An Finger und Mittelhand setzen sich die Handschwingen an. Demgemäß ist die Hand um so mehr verlängert, je besser der Vogel fliegen kann, welchem dieselbe gehört. Bald kommt die Verlängerung mehr auf Rechnung der Finger, bald mehr auf Rechnung der Mittelhand. Die Mittelhandknochen können so lang und der äußere derselben kann so kräftig werden wie der Lauf oder der Unterschenkel desselben Vogels oder noch kräftiger; dies um so mehr, als gerade bei guten Fliegern besonders die Unterschenkel oft sehr dünn sind. Sehr lang, länger, als der Vorderarm ist die Hand z. B. bei den Tauben und bei den meisten Sängern.

Sehr lang sind bei den guten Fliegern auch die Glieder des längsten Fingers, und das erste derselben ist bei ihnen zum Ansatz der Handschwingen nach innen verbreitert oder mit dem zweiten zu einer breiten Platte verwachsen.

Kurz, kürzer jedenfalls, als der Vorderarm ist die Hand bei nicht hervorragend guten Fliegern, wie bei den Hühnervögeln, kürzer als der Vorderarm ist sie auch bei den Stelzvögeln, wo aber dann der Vorderarm lang ist. Kürzer als der Vorderarm ist sie ferner bei den Spechten, sehr kurz bei den Pfefferfressern, *Rhamphastos*, wo wiederum der Vorderarm lang ist.

Für die Verlängerung der Teile der Hand muß wohl Streckung als maßgebend erachtet werden, ebenso für die Verlängerung des **Vorderarms**, welche bei den fliegenden Vögeln meist gleichfalls eine

bedeutende ist. Sehr verstärkt ist hier die Ulna, an welche sich die Armschwingen ansetzen.

Die Länge des Vorderarms steht aber nicht in geradem Verhältnis zur Flugfähigkeit. Es kann der Vorderarm bei guten Fliegern sehr lang, aber er kann auch verkürzt sein: das Letztere in dem Falle, wenn die Hand sehr lang ist. Das Flugvermögen steht zwar in Beziehung zur gemeinsamen Länge von Vorderarm und Hand, nicht aber zur Länge jedes einzelnen dieser Teile für sich: die Länge des einen kann die des anderen ersetzen. Bei ausgezeichneten Fliegern, deren Hand sehr verlängert ist, kann der Vorderarm kurz, von der halben Länge der Hand oder noch kürzer sein, so z. B. bei den Kolibris und bei der Mauerschwalbe *(Cypselus apus)*.

In anderen Fällen dagegen ist der Vorderarm bei guten Fliegern sehr lang, während zugleich auch die Hand sehr verlängert ist, wodurch



Abb. 38. Skelett von *Diomedea exulans*.

ein außerordentlich langer, schwingentragender Teil der Vordergliedmaßen entstehen kann, so z. B. bei den Möven. Sehr lang, erheblich länger als der Oberarm, aber mit kürzerer Hand ist der Vorderarm bei den Stelzvögeln.

Der **Oberarm** kann bei guten Fliegern ebenfalls sehr lang sein, z. B. bei *Diomedea*, wo alle drei Teile sehr lang sind. Auch bei anderen Schwimmvögeln und bei den Raubvögeln mit mächtigen Schwingen sind

Oberarm und Vorderarm lang, bei ersteren ist der Oberarm meist sogar etwas länger, bei letzteren aber kürzer als der Vorderarm (z. B. *Vultur fulvus*). Bei den meisten übrigen fliegenden Vögeln aber ist der Vorderarm länger als der Oberarm, so, wie schon gesagt, wesentlich länger auch bei den Stelzvögeln.

Wie gleichfalls bemerkt, stehen Vorderarm und Hand bei guten Fliegern in Bezug auf die Länge in Wechselbeziehung. — Dasselbe gilt bis zu einem gewissen Grade auch für den Oberarm, in der Regel freilich nur für die ersteren. Bei den besten Fliegern, wie bei *Cypselus* und den Kolibris, ist der Oberarm sehr verkürzt, ebenso der Vorderarm, wofür die Hand ungemein verlängert ist; bei *Cypselus* ist sie länger als Vorder- und Oberarm zusammen. In anderen Fällen sind bei guten Fliegern alle drei Teile lang und zwar ungefähr gleichlang, so z. B. bei den Möven. Auch bei den anderen Schwimmvögeln sind meist alle drei ungefähr gleich lang, die Hand zuweilen etwas länger.

Es handelt sich also bei den guten Fliegern um Verlängerung von Vorderarm und Hand oder, wenn nicht beides gegeben ist, um ganz hervorragende Verlängerung der Hand.

Die Verlängerung kann nur auf die Thätigkeit zurückgeführt und durch sie erklärt werden.

Die hervorragendsten Fälle von Verlängerung der Hand an sich und im Verhältnis zu Vorder- und Oberarm bieten, wie schon erwähnt, die Mauerschwalben (*Cypselus*) und die Kolibris.

Bei beiden ist der Oberarm verkürzt und durch Muskelgräten kantig und zackig. Hervorragend ist das Letztere der Fall bei *Cypselus*. Der Oberarm dieses Vogels ist durch Muskelansätze ganz ähnlich zackig und kantig verzerrt wie der des Maulwurfs. Der Vorderarm ist kaum ein Drittel länger als der Oberarm, seine Ulna dagegen sehr stark. Die Hand aber ist ungemein verlängert, mehr als noch einmal so lang als der Vorderarm. Von dieser Länge kommt der größere Teil auf die Finger, der kleinere auf die Mittelhand. Alle Teile der Hand sind sehr platt, am wenigsten der äußere kräftige Mittelhandknochen; aber auch dieser ist nach oben fast messerklingenartig zugeschärft, während er im unteren Drittel eine Längsrinne hat. Die Platte, zu welcher die zwei Finger verwachsen sind, ist sehr breit, durch mehrere Eindrücke uneben.

Bei den Kolibris ist die Hand gar fast dreimal so lang als der kurze Vorderarm — hier ist der Vorderarm ungefähr so kurz wie der Oberarm, also verhältnismäßig (und natürlich auch an sich) viel kürzer, als bei der Mauerschwalbe.

Bei den Kolibris und den Mauerschwalben erreicht, eben wieder infolge der außerordentlichen Flugthätigkeit, der Brustbeinkamm eine ganz außerordentliche Höhe.

Die volle Berechtigung der gegebenen Deutung der Bauverhältnisse

der Vordergliedmaßen bei den fliegenden Vögeln zeigt das Gegenstück der **Laufvögel.**

Bei den Straußen sind die Oberarmknochen noch verhältnismäßig lang, wenn auch dünn. Dagegen sind die Vorderarmknochen verkürzt und überhaupt zurückgebildet, entsprechend dem Mangel oder der Rückbildung der Armschwingen. An der Hand hat der Daumen noch zwei Glieder, der längste Finger drei. Der Mittelhandknochen des Daumens ist viel länger als bei den übrigen Vögeln und, obwohl wie dort mit dem Mittelhandknochen des längsten Fingers verwachsen, doch viel deutlicher zu erkennen, als dort, wo er nur in Gestalt eines kurzen Vorsprungs des Mittelhandknochens des zweiten Fingers erscheint.

Ungemein verkümmert sind die Vordergliedmaßen beim Kiwi (*Apteryx Mantelli* lege ich meiner Beschreibung zu Grunde). Besonders

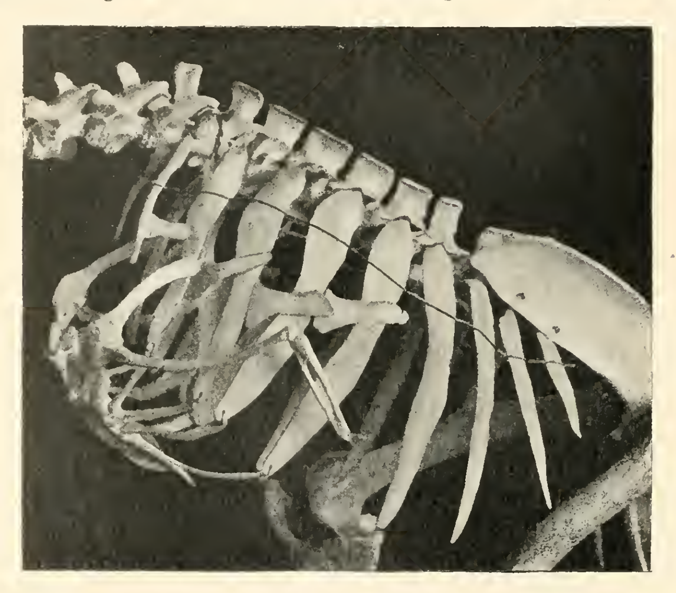


Abb. 39. Skelett von *Apteryx Mantelli.*

Vorderarm und Hand, vor allem die letztere, sind fast bis zum Verschwinden rückgebildet.

Die Teile der Hand sind so klein, daß man sie mit der Lupe ansehen muß, um sie ordentlich unterscheiden zu können. Außer den Resten von drei Handwurzelknöchelchen sind nur noch Reste eines Fingers in Gestalt zweier ganz kleiner, kurzer Knöchelchen vorhanden, von welchen vorzüglich das obere dem Verschwinden nahe ist. Die ganze Hand ist nur noch etwa 10 mm lang.

Die zwei Vorderarmknochen sind sehr dünn und nur etwa 18 mm lang, der Oberarm dünn, nach unten gebogen, so daß die Öffnung des Bogens nach oben sieht, mit zwei Höckerchen für Muskelansatz vor und hinter der Mitte.

Das Schulterblatt ist sehr kurz, mit dem Rabenbein, dieses aber nicht mit dem Brustbein verwachsen; das Schlüsselbein fehlt. Dieses Fehlen des Schlüsselbeins ist ein höchst bemerkenswertes Seitenstück zum Fehlen desselben Knochens bei Säugern, welche ihre Vordergliedmaßen nicht mehr ein- und auswärts bewegen, wie z. B. die Huftiere. Auch beim Kiwi ist der Reiz geschwunden,



Abb. 10. Skelett von *Dromaeus novae Hollandiae.*



Abb. 11. Skelett von *Casuarius indicus.*

welcher zur Entstehung und Erhaltung der Schlüsselbeine nötig ist, indem die Vordergliedmaßen selbst am Verschwinden sind. So sind hier auch die Schlüsselbeine verloren gegangen.

Die Thatsache größerer Vollkommenheit der Hand bei Straußen gegenüber jener der übrigen Vögel weist darauf hin, daß die ersteren nicht von Vögeln abzuzweigen sind, deren Hand schon den Grad der Rückbildung erfahren hatte, welchen wir heute bei den fliegenden Vögeln vor uns haben.

Dagegen haben *Dromaeus novae Hollandiae* und *Casuarius indicus* an der Hand und an den Vordergliedmaßen überhaupt neben dem Kiwi die stärksten vorkommenden Rückbildungen erfahren.

Bei dem bis 2 m hohen *Dromaeus* mit 85 cm hohen Hintergliedmaßen sind die Vordergliedmaßen nur 19 cm lang und ungemein dünn. Der Oberarm mißt 8 cm an Länge, die Vorderarmknochen 5 cm. Es ist wie beim Kiwi nur noch ein einziger Mittelhandknochen vorhanden und ein einziger aus zwei Gliedern bestehender Finger, welcher in eine gekrümmte vorstehende Kralle endigt. Handwurzelknochen fehlen.

Bei dem 1 m 80 cm hohen Kasuar ist die Verkümmerung der Vordergliedmaßen noch größer: Gesamtlänge derselben 14,5 cm, Oberarm 7 cm, Vorderarm 4,5 cm. Am meisten verkümmert und verkürzt (3 cm) ist die Hand, mit 3 Resten von fast ganz verwachsenen Mittelhandknochen und einem Phalangenrest am mittleren derselben. Ferner ist ein radiales, größtenteils mit der Hand verwachsenes Handwurzelknöchelchen übrig.

Eine ähnliche Rückbildung wie bei den Straußen, beim Kasuar und beim Kiwi haben die Vordergliedmaßen bei *Pezohaps solitarius* erfahren[1]) — also wiederum ganz unabhängig, da ja dieser Vogel zu den Carinaten gehört, den Tauben nahe stand. Bei der gleichfalls hierher gehörigen Dronte, *Didus ineptus*, kennt man die Armknochen, aber nicht die Handknochen. Von *Dinornis* kennt man überhaupt keine Vordergliedmaßen.

Im Gegensatz zu diesen Rückbildungen infolge von Nichtgebrauch ist wiederum als ein Vorschreiten infolge des Gebrauchs die Thatsache zu bezeichnen, daß bei den Vögeln, welche sehr kräftig arbeitende Handschwingen haben, das erste Glied des längsten Fingers nach innen stark verbreitert ist, nicht so bei den Laufvögeln und bei den kleinen Singvögeln. Und eine Neubildung ist bei *Pezohaps solitarius* auch die merkwürdige geschwulstartige, halbkugelige Callusmasse, welche sich hier radial am Ende des Metacarpus findet, und eine ähnliche, vielleicht voll entwickelt nur beim Männchen, am radialen Rande des äußeren Endes vom Radius. Auf welche Ursachen diese Neubildung zurückzuführen ist und welchem Zwecke sie diente, läßt sich selbstverständlich nicht sagen.

Längenverhältnis der einzelnen Vordergliedmaßenknochen der Vögel unter sich und der Gesamtlänge aller zum Körper. Daß die Länge der zwei schwingentragenden Teile der Vordergliedmaßen, Arm und Hand, sich gegenseitig ergänzt, haben wir

---

[1]) Vergl. R. Owen, a. a. O. Appendix Taf. IV.

schon gesehen: bei guten Fliegern sind beide entweder hervorragend lang, oder Kürze des einen Teils wird ersetzt durch hervorragende Länge des anderen.

Es stellte sich die weitere Frage, ob nicht der Oberarm in einem bestimmten Längenverhältnis zu Vorderarm und Hand bei verschieden guten Fliegern stehe. Es läßt sich aber ein solches Verhältnis nicht feststellen. Nimmt man den Oberarm = 1, so ergiebt sich für Vorderarm und Hand eine große Verhältniszahl zwar meist bei guten Fliegern, aber auch bei einzelnen schlechten. Die höchsten Verhältniszahlen haben nach beifolgender Aufzeichnung die Schwalben: Hausschwalbe mit 1 : 6,5, Mauerschwalbe mit 1 : 4,06, dann folgt die Nachtschwalbe (*Caprimulgus europaeus*) mit 1 : 2,62, Krähe mit 1 : 2,63, Ringeltaube 1 : 2,64, Steinadler 1 : 2,11, Raubmöve 1 : 2,10, Storch 1 : 2,09, Uhu 1 : 2,06, aber auch der Grünspecht mit 1 : 2,45, die Waldschnepfe mit 1 : 2,00, das Purpurhuhn (*Porphyrio antiquorum*) mit 1 : 1,98, die Trappe mit 1 : 2,03 u. s. w.

Dagegen allerdings die wirklichen Laufvögel z. T. mit ganz geringen Zahlen: Afrikanischer Strauß 1 : 0,63, Kiwi 1 : 0,75, der amerikanische Strauß aber wieder mit 1 : 1,08. Beim jungen afrikanischen Strauß ist das Verhältnis 1 : 0,75, was Zeugnis ablegt für die Rückbildung von Vorderarm und Hand.

Daß kein bestimmtes Verhältnis zwischen der Länge des Oberarms einerseits und des Vorderarms und der Hand andererseits in Bezug auf die Flugfähigkeit bestehen kann, erklärt sich wohl erstens aus der Verschiedenheit der Länge, Zahl und Stärke der Arm- und Handschwingen und aus der verschiedenen Größe des durch den Musculus patagii longus bedingten Winkels, in welchem die beiden Armknochen zu einander stehen.

	Länge in cm von		Längenverhältnis	
	Oberarm	Vorderarm + Hand	von Oberarm	zu Vorderarm + Hand
Pinguin (*Spheniscus demersus*)	7	13,5	1	1,93
Haubentaucher (*Podiceps cristatus*)	19	29,5	1	1,55
Kormoran (*Carbo cormoranus*)	13	25	1	1,92
Pelikan (*Pelecanus onocrotalus*)	28	55	1	1,96
Raubmöve (*Lestris parasitica*)	10	21	1	2,10
Albatros (*Diomedea exulans*)	44	74	1	1,68
Schwan (*Cygnus olor*)	38	51,5	1	1,72
Saatgans (*Anser segetum*)	17	32,5	1	1,91
Storch (*Ciconia alba*)	20,5	43	1	2,09
Purpurhahn (*Porphyrio antiquorum*)	8	15,8	1	1,98
Waldschnepfe (*Scolopax rusticola*)	4,5	9	1	2,00
Triel (*Oedienemus crepitans*)	8,5	16,5	1	1,94
Trappe (*Otis hubara*)	13,5	27,5	1	2,03
Kasuar (*Casuarius indicus*)	6,5	7,5	1	1,15
Amerik. Strauß (*Rhea americana*)	26	28	1	1,08
Afrikan. Strauß (*Struthio camelus*)	36	22,5	1	0,63
Kiwi (*Apteryx Mantelli*)	4	3	1	0,75

	Länge in cm von		Längenverhältnis	
	Oberarm	Vorderarm + Hand	von Oberarm	zu Vorderarm + Hand
Pfau (*Pavo cristatus*)	13	23	1	1,77
Ringeltaube (*Columba palumbus*)	5,5	14,5	1	2,64
Haustaube (*Columba livia*)	5	11	1	2,2
Krähe (*Corvus corone*)	6	15,8	1	2,63
Mauerschwalbe (*Cypselus apus*)	1,5	7	1	4,06
Hausschwalbe (*Hirundo urbica*)	1	6,5	1	6,5
Nachtschwalbe (*Caprimulgus europaeus*)	4	10,5	1	2,62
Grünspecht (*Picus viridis*)	4	9,8	1	2,45
Steinadler (*Aquila fulva*)	19	40	1	2,11
Uhu (*Strix bubo*)	15,5	32	1	2,06

Länge von Arm und Hand zusammen.

Die längsten Vordergliedmaßen hat der Albatros mit 118 cm. Er hat auch den längsten Oberarm, dann kommt der Pelikan mit 83, der Schwan mit 81,5, der Storch mit 63,5, der Steinadler mit 59, der afrikanische Strauß mit 58,5, der amerikanische Strauß mit 54, welch hohe Zahl mit seiner Größe zusammenhängt und sich hauptsächlich auf den Oberarm bezieht, während dagegen der Kasuar nur 14, der Kiwi aber gar nur 7 cm hat.

Wegen der verschiedenen Größe der Vögel könnten selbstverständlich nur Verhältniszahlen zwischen der Länge des Rumpfes und der Gesamtlänge der Gliedmaßen ungefähre Größen geben, welche als Ausdruck der Flugfähigkeit erscheinen, wobei aber wieder die Winkelstellung der Armknochen und die Länge, Stärke und Zahl der Schwungfedern störend in Betracht kommen, dazu noch die verhältnismäßige Verschiedenheit in der Länge des Rumpfes. Als Rumpflänge ist das Maß vom ersten Brustwirbel bis zum ersten Steißwirbel genommen, da ein anderes nicht gut zu Grunde gelegt werden kann. Setzt man dieses Maß gleich 1, so ergeben sich für die Länge der Vordergliedmaßen folgende Verhältniszahlen. Für:

Albatros	3,69	Ringeltaube	2,22
Raubmöve	3,65	Mauerschwalbe	2,12
Nachtschwalbe	3,62	Hausschwalbe	1,88
Haubentaucher	3,6	Kormoran	1,85
Uhu	3,46	Grünspecht	1,82
Storch	3,34	Purpurhuhn	1,81
Pelikan	2,96	Waldschnepfe	1,8
Trappe	2,82	Pfau	1,8
Triel	2,63	Pinguin	1,13
Krähe	2,63	Amerik. Strauß	1,02
Steinadler	2,56	Afrik. Strauß	0,82
Saatgans	2,41	Kiwi	0,45
Schwan	2,33	Kasuar	0,26
Haustaube	2,25		

Diese Zahlen zeigen, daß die guten Flieger im allgemeinen die längsten Vordergliedmaßen im Verhältnis zur Länge des Rumpfes haben. Nur einige machen eine Ausnahme: so der Haubentaucher, die Trappe, der Triel mit großen, die Schwalben mit kleinen Verhältniszahlen. Laut redend ist aber das Verhältnis bei den Laufvögeln gegenüber dem der besten großen Flieger.

Stellt man statt der ganzen Länge der Vordergliedmaßen nur diejenige von Vorderarm und Hand der Rumpflänge gegenüber, so erhält man eine etwas andere Reihenfolge und zwar eine solche, welche einzelnen besseren Fliegern einen entsprechend höheren, schlechteren einen niederen Platz anweist. In dem beifolgenden Verzeichnis sind die jetzt günstiger gestellten Vögel mit +. die schlechter gestellten mit — bezeichnet, diejenigen, welche ihre alte Stelle beibehalten haben, sind ohne Zeichen aufgeführt.

+	Nachtschwalbe	2,62
	Raubmöve	2,47
+	Uhu	2,36
—	Albatros	2,31
+	Storch	2,27
—	Haubentaucher	2,18
	Pelikan	1,96
	Trappe	1,89
+	Krähe	1,86
+	Steinadler	1,78
+	Mauerschwalbe	1,75
—	Triel	1,73
+	Ringeltaube	1,71
+	Hausschwalbe	1,62
—	Saatgans	1,58
—	Haustaube	1,55
—	Schwan	1,47
+	Grünspecht	1,29
+	Purpurhuhn	1,22
—	Kormoran	1,22
	Waldschnepfe	1,2
	Pfau	1,14
	Pinguin	0,75
	Amerik. Strauß	0,53
	Afrik. Strauß	0,32
	Kiwi	0,19
	Kasuar	0,14


Abb. 12. Flügelskelett von *Sarcorhamphus gryphus*.

Anhangsweise mag hier eine Thatsache noch erwähnt werden, welche, so wenig hervortretend sie ist, ein sehr hübsches Beispiel giebt für die

Umbildung von Knochen durch mechanischen Reiz und für Vererbung erworbener Eigenschaften.

Ich meine die Knochenhöckerchen, welche sich an den Ansatzstellen der Armschwingen an der Ulna der Vögel finden: ebensoviele Höckerchen, zuweilen mit einem Grübchen in der Mitte, wie Schwungfedern vorhanden sind, und zwar sind sie am stärksten da, wo die stärksten Schwingen vorhanden sind, wie z. B. bei den Adlern und Geiern.

Ebenso ist es auf Thätigkeit und auf Vererbung erworbener Eigenschaften handgreiflich zurückzuführen, daß die Muskulatur, welche sich an die Schwungfedern der Vögel ansetzt, quergestreift ist, während die der anderen Federn glatt ist.

Dies mag zugleich eine Ergänzung der von mir in meiner Arbeit über die Entstehung und Ausbildung des Muskelgewebes mitgeteilten Thatsachen sein.

Auf gleiche Ursachen wie bei den fliegenden Vögeln ist nun offenbar auch die ungeheure

Verlängerung der Mittelhandknochen und der Fingerglieder mit Ausnahme jener des Daumens bei den Fledermäusen zurückzuführen. Nur eben der Daumen ist nicht in die Flughaut eingeschlossen, sondern frei wie die Teile des Fußes mit Ausnahme des nach einwärts zu einem langen Fortsatz ausgebildeten Calcaneus. Bei jener Verlängerung der Mittelhandknochen und der Fingerglieder handelt es sich offenbar nicht allein um ein Ausgezogen-, um ein Gedehntwordensein durch die Flughaut, sondern zugleich um ein selbständiges Wachsen in die Länge, wie es vielleicht auch für die Verlängerung des Calcaneus mit in Betracht gezogen werden muß und welches wohl ebenso für die verlängerten Schwanzwirbel in Frage kommt.

Ähnlich wie die Mittelhandknochen und Fingerglieder ist bei den Fledermäusen auch der Vorderarm verlängert, augenscheinlich durch dieselben Ursachen. Und im Zusammenhang mit der starken Aus- und Einwärtsbewegung der Vordergliedmaßen beim Fliegen sind die Schlüsselbeine der Fledermäuse, abgesehen von denen der Fetttaucher und mancher fliegender Vögel mit schweren Schwingen (z. B. Raubvögel) verhältnismäßig die stärksten und längsten, welche es überhaupt giebt.

Bei den **Flugechsen** oder Pterosauriern war eine Flughaut gebildet wie bei den Fledermäusen, aber es waren zu diesem Zweck nicht die sämtlichen Finger verlängert wie hier, sondern nur der fünfte.

Flossenartige Gliedmafsen der schwimmenden Säuger und Reptilien.

Arm- und Schenkelknochen sind hier kurz, besonders Oberarm und Oberschenkel sehr verkürzt, Radius und Ulna, Tibia und Fibula sind vollkommen getrennt, zuweilen sogar, zum Zweck der Verbreiterung des Gliedes, weit auseinander gestellt; je mehr eine Flosse

ausgebildet ist, um so mehr stehen Oberarm- und Vorderarmknochen in einer Achse, ebenso Oberschenkel und Unterschenkel, soweit die Hintergliedmaßen nicht, wie bei den Cetaceen und Sirenen, verloren gegangen sind. Bei den

Cetaceen sind die Vordergliedmaßen breite, platte Flossen, deren Knochen abgeplattet sind (auch Vorder- und Oberarmknochen). Die Hand steht mit den Armknochen in einer geraden Linie, und da zwischen ihren Teilen und ebenso zwischen ihr und Vorderarm einerseits und und Vorderarm und Oberarm andrerseits keine bewegliche Gelenkung mehr vorhanden ist, sind aus den Vordergliedmaßen steife, platte Ruder geworden. Am stärksten ist die Umbildung bei den Delphinen, wo Oberarm- und Vorderarmknochen so sehr verkürzt sind, daß sie, wie die Knochen der Hand, eng aneinandergedrängt, mit dieser eine kurze, einheitliche Flosse bilden. Ähnlich ist es unter anderen beim *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus*. Etwas länger sind die Armknochen noch bei den Bartenwalen; aber selbst der kurze, starke Oberarmknochen ist hier etwas abgeplattet. Auch bei den **Seehunden** sind die Vorderarmknochen, jedenfalls Radius und Ulna abgeplattet, der Oberarm verkürzt. Ganz besonders verkürzt ist bei *Phoca* der Oberschenkel, die Unterschenkelknochen dagegen, welche mit den Füßen zum Nachschieben des Körpers auf dem festen Lande dienen, nicht. Aber auch die letzteren sind etwas abgeplattet.

Wie ist die Entstehung dieser Umbildungen: der Verkürzung, Abplattung, der einachsigen Lagerung und der Ungelenkigkeit der Knochen aneinander zu erklären?

In der Verkürzung von Oberarm und Vorderarm muß eine Rückbildung gesucht werden. Indem der Reiz, welcher beim Stehen auf den Gliedmaßen Verlängerung derselben bedingt, aufhörte, trat das Längenwachstum zurück. Wahrscheinlich wurden die noch weichen Knochen auch unmittelbar verkürzt durch Wirkung der Muskeln, welche, sobald die Gliedmaßen zum Schwimmen gebraucht werden sollten, dieselben möglichst kurz und steif halten mußten. Außerdem fand Auslese statt, indem jede Verkürzung der Ruderbewegung günstig war. Die Entstehung der Abplattung muß ebenfalls an jungen, noch bildbaren Knochen gesucht werden, als Folge des Widerstandes des Wassers beim Rudern. Gerade Lagerung der ganzen Gliedmaßen begünstigte das Rudern und infolge Nichtbewegens in den Gelenken trat allmählich Steifigkeit des Ganzen ein.

In Beziehung auf die Flossenbildung bei den Cetaceen und bei *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus* will ich nur hervorheben, daß bei so verschiedenen Tiergruppen wie Seesäugern und Wasserechsen durch Anpassung an das Wasserleben eine ganz ähnliche Bildung von Flossen aus ursprünglich zum Gehen auf dem Lande bestimmten Füßen geworden ist. In beiden Fällen handelt es sich mehr um Abplattung und Verkürzung der Knochen, insbesondere auch um Verkürzung der Phalangen, ferner um Schwinden der Beweglichkeit der Gelenke.

Auffallend ist bei beiden Wasserechsen, besonders aber bei *Ichthyosaurus*, die große Zahl von Fingergliedern. *Ichthyosaurus* hat am längsten Finger deren etwa 30. Vielleicht darf man dieses zurückführen auf das Gebogenwerden der Flosse als Ganzes bei ihrer Bewegung im Wasser, eine Wirkung, welche mit einem gewissen Grad der Verwachsung der Gelenke nicht in Widerspruch stehen würde.

Auch bei den **Schildkröten** sind es besonders die Vordergliedmaßen, welche zum Schwimmen umgebildet sind. Dies zeigt sehr schön zunächst unsere

Süßwasserschildkröte, *Emys europaea*. Die Vorderarmknochen liegen hier nebeneinander, nicht hintereinander, sind dafür aber, besonders außen, platt, am Ende breit; die abgeplatteten Handwurzelknochen bilden zusammen mit den verbreiterten äußeren Enden der Vorderarmknochen eine breite Schaufel. Mittelhandknochen und Fingerglieder sind nicht verlängert, sondern sogar verkürzt. Hier ist es aber, wie wir sehen werden, eine ganz andere Einrichtung, welche die Flosse bildet, als bei den Seeschildkröten, und zwar ist die Flosse hier gearbeitet wie die der Cetaceen und die vom *Ichthyosaurus*: einschließlich der Vorderarmknochen ist alles bis zu den Fingerenden in eine einheitliche Flosse zusammengefaßt. Bei den mir vorliegenden

Seeschildkröten dagegen sind die Fingerglieder verlängert, und nur die Hand stellt die Flosse her. Die Ursache dieser Bildung ist die, daß die Finger und auch die Zehen nicht frei sind, sondern in einer gemeinsamen Haut stecken und durch sie verbunden werden (*Chelonia mydas*), ähnlich wie die Finger der Fledermäuse in der Flughaut stecken, wogegen sie bei *Emys* frei sind. Bei *Chelonia mydas* ist es wohl der Zug der die Mittelhand und Fingerglieder verbindenden Haut, welche deren Verlängerung beim Druck gegen das Wasser hervorgerufen hat, ähnlich wie die Flughaut der Fledermäuse auf dieselben Teile gewirkt haben muß.



Abb. 43. *Chelonia mydas*. Vordere Extremität.

Auch bei den Seeschildkröten sind Mittelhand- und Fingerglieder — hauptsächlich der Daumen — plattgedrückt und verbreitert, wie zu einer Schaufel gebildet, die Hand- und Fußwurzelknochen verbreitert, besonders die äußeren (z. B. *Chelonia caouana*). Auch der Oberarm ist zuweilen platt, und die Vorderarmknochen können derart hintereinander liegen, daß die Kraft des Ruders bei seiner Arbeit verdoppelt wird (ebenda und *Ch. mydas*). Zuweilen ist auch der Oberarm etwas verkürzt.

So sind bei sich sehr fern stehenden Tieren ähnliche, dagegen bei sich sehr nahe stehenden anderen sehr verschiedene Flossen gebildet

worden — überall aber eben Flossen aus ursprünglich zum Gehen auf dem Lande eingerichteten Gliedmaßen, offenbar infolge der veränderten Thätigkeit bei der Ortsveränderung im Wasser.

Hier möchte ich nur noch darauf hinweisen, daß die vollständige Rückbildung der Hintergliedmaßen bei fischgewandt schwimmenden Seesäugetieren offenbar auf die Thätigkeit des Schwanzes bei der Bewegung zurückzuführen ist, welche die Hintergliedmaßen unnötig gemacht hat. Was für ein Unterschied in den Verhältnissen der Gliedmaßen bei den Fledermäusen, wo die langen Arm- und Beinknochen und voran die langen Fingerglieder ebenso deutlich auf den Gebrauch zurückzuführen, als Folge desselben zu erkennen sind, wie die Verkürzung der Vordergliedmaßen bei den Rudertieren als Folge des Nichtgebrauchs in die Augen springt!

Und dazu die Analogien in den verschiedensten Klassen und in den verschiedensten Erdperioden: Fledermäuse, *Pterodactylus*, Vögel — *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus*. Meist sind morphologisch ähnliche und doch nicht gleiche Werkzeuge zu demselben Zweck, zum Teil aus ganz verschiedenartigen Bildungen entstanden oder umgekehrt morphologisch nicht ähnliche, jedoch zweckmäßig zu derselben Arbeit eingerichtet.

Die Bildung von Flossen bei Reptilien und Säugern nähert sich den Einrichtungen der Fischflossen: Herstellung eines kurzen breiten Ruders, dessen einzelne Teile in der Längsachse sehr verkürzt und, in dem vorgeschrittensten Falle der Flossenbildung, beim *Ichthyosaurus*, auch wie bei den Selachiern in zahlreiche Stückchen der Länge nach gegliedert sind. Dazu ungelenke Verbindung aller Teile.

Die Fischflosse macht in noch höherem Grade wie die Flossen der Reptilien und Säuger den Eindruck einer sehr umgebildeten Gliedmaße, nicht den einer ursprünglichen, und ich habe mich deshalb und auch aus anderen Gründen nie mit dem Gedanken befreunden können, daß die Gliedmaßen der höheren Wirbeltiere aus Selachierflossen oder überhaupt aus Fischflossen hervorgegangen sein sollten. Es sprechen die vorhin besprochenen Umbildungen von anderen Gliedmaßen in Flossen vielmehr dafür, daß auch die Fischflossen entweder aus solchen Gliedmaßen oder aber aus Teilen hervorgegangen sind, welche deren Vorläufer überall waren. Und auf solche Teile scheinen mir immer wieder die Gliedmaßen der Lurchfische hinzuweisen, welche doch sehr wahrscheinlich aus Kiementrägern hervorgegangen sind.

Ich komme auf die Frage von der Entstehung der Gliedmaßen der Wirbeltiere überhaupt noch zu sprechen.

Die Gliedmafsenknochen der Fetttaucher (Pinguine). Beziehungen derselben zu anderen Teilen des Skelettes.

Eins der schönsten und schlagendsten Beweise für die Umbildung des Skelettes durch den Gebrauch und für die Vererbung erworbener

Eigenschaften bieten uns die Fetttaucher (Pinguine) besonders in den Gliedmaßenknochen dar, vorzüglich in den vorderen: ursprünglich aus Reptilien hervorgegangen, müssen die Vorfahren der Vögel vorn fünfzehige Füße gehabt haben, welche bei den anderen Vögeln in Flügel umgebildet worden sind, bei den Fetttauchern aber sind die Flügel wiederum zu Flossen umgewandelt worden. Eine auffallendere Folge von Umbildungen kann es nicht geben, zumal eine solche, welche so deutlich ihre unmittelbaren Ursachen erkennen läßt.

Die Knochen ursprünglich fünfzehiger Vorderfüße sind teils durch verstärkte Ausbildung, teils durch Rückbildung einzelner derselben in die Flügelknochen der Vögel umgebildet worden und diese durch Abplattung und andere Veränderungen bei den Pinguinen wieder in Ruder.



Abb. 44. Skelett von *Spheniscus demersus.*

Ebenso sind aus Reptilienfüßen offenbar Vogelfüße auch bei den Vogelvorfahren der Pinguine entstanden, welche bei diesen nun wieder jenen ähnlich geworden sind, insbesondere indem die Bildung eines einheitlichen, senkrecht stehenden Laufs wieder aufgehoben ist und alle vier bei den Vögeln noch vorhandene Zehen wieder nach vorn gerichtet wurden.

Gebrauch der Vordergliedmaßen auf dem Lande, dann in der Luft, dann im Wasser; Gebrauch der Hintergliedmaßen auf dem Lande in leichtem Auftreten, dann in festem Auftreten nach Vogelart, dann wieder in leichtem seltenem Auftreten bedingten die Verschiedenheit.

Die Knochen der Fetttaucherflosse. Der Beweis, daß die Flossen der Fetttaucher aus Flügeln hervorgegangen sind, beruht darauf, daß sich an ihren Knochen nur solche Teile finden, welche auch die Stütze der Flügel bilden: außer den Oberarm- und den zwei Vorderarmknochen Reste der Handknochen. Die letzteren sind: zwei Handwurzelknochen, drei Mittelhandknochen, Reste von zwei Fingern. Der längste Finger hat zwei Glieder, der nach innen von ihm liegende zweitlängste hat nur eins.

In der Fortsetzung der Ulna, hinter dem inneren Ende des Oberarms, an Stelle des Olecranon, aber von der Ulna getrennt und eher fest mit dem Humerus verbunden, liegt ein etwa halbmondförmiger Knochen, dessen gewölbte Grenze nach hinten gerichtet ist und dessen Ausschnitt sich an den Condylus internus des Oberarms anschließt. Nach hinten liegt ihm eng an ein etwa viertelmondförmiger zweiter Knochen, mit seinem Ausschnitt sich ihm anschließend, nach innen in eine Spitze hakenartig auslaufend. Meckel[1]) hält diese Knochen für den — abgelösten — Ellenbogenknorren, Owen[2]) und andere erklären sie für Sesambeine in den Sehnen der Streckmuskeln des Oberarms. Die zwei Knochen finden sich außerdem auch bei den Lummen, ein einziger bei einzelnen Raubvögeln, den Turmschwalben und den Kolibris. — Es könnte sich in den zwei Knochen vielleicht um das abgelöste Olecranon und um ein Sesambein handeln. Die Frage bedarf offenbar genauerer Untersuchung. Beide Knochen bilden zusammen eine erheblichere Verbreiterung des unteren Endes des Oberarms, indem sie die abgeplattete Fläche desselben vergrößern.

Es sind nämlich alle Knochen der Vordergliedmaßen verbreitert, plattgedrückt. So schon der Oberarm, besonders am hinteren Ende, sodann aber hauptsächlich Mittelhandknochen, Handwurzelknochen und Finger. Namentlich ist dies auffallend am inneren Handwurzelknochen, welcher, frei zwischen hinteres Ende der Elle und vorderes Ende des inneren Mittelhandknochens nach einwärts ragend und die Breite der Flosse hier ergänzend, zu einem platten, schaufelförmigen Knochen geworden ist. Diese Ergänzung war nötig, weil der innere Mittelhandknochen, der bei den fliegenden Vögeln sehr dünn geworden ist, infolge dieser Rückbildung in der Pinguinflosse nicht mehr zu der breiten Schaufel werden konnte wie der äußere.

Endlich sind die Vordergliedmaßenknochen bei den Pinguinen nicht mehr in starken Winkeln gelagert wie beim fliegenden Vogel, sondern nahezu in einer Achse wie in der Flosse der Wale und Delphine.

Noch muß erwähnt werden, daß bei den Fetttauchern das Schulterblatt gegenüber dem der fliegenden Vögel eine erhebliche Verbreiterung erfahren hat, offenbar infolge erhöhter Thätigkeit der demselben ansitzenden Muskeln beim Rudern — ganz wie auch das Schulterblatt der Cetaceen und Sirenen eine sehr verbreiterte Schaufel bildet.

Weniger verbreitert ist das Schulterblatt unter den schwimmenden Säugern gegenüber den verwandten Formen bei den Pinnipediern, aber hier geschieht die Bewegung der Flosse offenbar wesentlich im Vorderarm-Oberarmgelenk. Auch die Fischotter hat übrigens im Vergleich mit den verwandten Raubtieren ein deutlich verbreitertes Schulterblatt.

Endlich sind, offenbar wieder infolge starker Thätigkeit der Vordergliedmaßen, auch die Schlüsselbeine der Fetttaucher ungemein kräftig

1) J. F. Meckel, Vergl. Anat. 1825, 2. Teil, 2. Abt. S. 89.

2) Owen, Comp. Anat. and Physiol. of Vertebr. Bd. II S. 71.

gebildet, besonders breit, ähnlich wie bei fliegenden Vögeln mit starken, schweren Schwingen (Raubvögel).

So sind infolge bestimmten Gebrauchs aus den früher zum Fliegen um- und rückgebildeten Vordergliedmaßen eines Vogels durch eine zweite Umbildung bei den Pinguinen Flossen geworden, ähnlich den Flossen der Cetaceen. Diese Umbildung konnte in den wesentlichsten Teilen, insbesondere konnte wohl das so auffallende Plattwerden der Knochen nur erfolgen zur Zeit, da die Teile noch nicht ganz fest waren, nämlich in der Jugend. Ebenso konnte das Lostrennen des Olecranons nur in der Jugend vor erfolgter Verwachsung desselben mit der Ulna geschehen.

Hier mag noch angefügt werden, daß die Knochen der Vordergliedmaßen der *Alca impennis*, welche gleich den Fetttauchern ruderte und nicht mehr fliegen konnte, noch nicht vollkommen ruderartig umgebildet waren. Doch fingen dieselben schon an, die Winkelstellung aufzugeben, indem besonders Oberarm und Vorderarm nahezu in einer Linie stehen. Und aus der Beschreibung wie aus der Abbildung Owen's geht hervor, daß die Knochen der Vordergliedmaßen den Beginn einer Abplattung zeigen. Owen schließt seine Beschreibung mit den Worten: »The broad and flattened general character of the bones of the fore limb relate to the support of a surface in the shortened wing adequate, as a fin, to strike the water with effect« [1].



Abb. 44. Fußskelett von *Spheniscus demersus*.

Knochen der Hintergliedmaßen der Fetttaucher. Unterschenkel und Läufe sind bei den Vögeln ebenso einheitlich oder noch einheitlicher gebildet wie bei Pferden und Wiederkäuern. Überall ist das Wadenbein bei den Vögeln mit dem Schienbein verwachsen oder an dasselbe angewachsen und im unteren Teil verkümmert. Der senkrecht stehende Lauf, aus Mittelfußknochen und Fußwurzelknöchelchen zusammengewachsen, ist ein einheitlicher langer Knochen, ähnlich dem Lauf der Pferde.

Bei *Spheniscus demersus* und überall bei den Fetttauchern aber steht der Lauf nicht senkrecht, sondern liegt wagerecht auf dem Boden, und er besteht aus drei kurzen, nur an den Enden verwachsenen, in der Mitte aber getrennten Mittelfußknochen, welchen nach innen ein ganz kleiner Rest eines vierten Mittelfußknochens anliegt, der eine verkümmerte Zehe trägt.

Es haben also die Fetttaucher keine Läufe wie die übrigen Vögel.

---

[1] Owen, Mem. of the extinct wingless birds of New Zealand. London 1879. Appendix S. 13 und Taf. 1.

Diese eigentümliche Bildung der Füße ist, wie mir scheint, so entstanden zu denken, daß die im embryonalen Leben bei allen Vögeln noch vorhandene Trennung der Mittelfußknochen und deren Stellung bei den Fetttauchern im späteren Leben bestehen blieb dadurch, daß die frühzeitige und fast ausschließliche Benutzung der Füße zum Schwimmen, nur wenig unterbrochen durch watschelnden Gang, die bleibende Trennung der Mittelfußknochen bedingt hat. Indem die ganz jungen Vögel, solange Verwachsung der Laufknochen bei ihnen noch nicht erfolgt war, in dieser Weise sich bewegten, blieb die Trennung bestehen; weil der Reiz des festen Auftretens auf die senkrecht gestellten Mittelfußknochen fehlte, blieben diese verkürzt.

Mit der geringen Benutzung der Hintergliedmaßen der Pinguine, mit dem schwachen Auftreten stehen auch die eigentümlichen Verhältnisse ihres Beckens in Zusammenhang: die Pinguine sind die einzigen Vögel, bei welchen die Beckenknochen nicht nahtlos mit dem Kreuzbein verwachsen. Auch zeigen die beiden Darmbeine und ebenso u. a. die Kreuzbeinlöcher ein Verhalten ähnlich wie bei jungen Vögeln.

Wie die Mittelfußknochen, so kehrt also auch das Becken infolge veränderter und verminderter Thätigkeit wieder in einen ursprünglichen, bei jungen Vögeln vorhandenen und dem der Vorfahren derselben ähnlichen Zustand zurück.

Daß die verminderte Festigkeit des Beckens mit verminderter Thätigkeit desselben zusammenhängt, und zwar auf Grund verminderten Feststehens auf den Hintergliedmaßen, dies beweisen die Beziehungen zwischen Festigkeit des Beckens und Festigkeit des Stehens auf den Hintergliedmaßen, wie sie bei den übrigen Vögeln und bei den Wirbeltieren überhaupt vorhanden sind, wofür der Nachweis im Folgenden gegeben werden soll.

Besonders bemerkenswert ist bei den Pinguinen das Zurückkehren des Vogellaufes auf den embryonalen und reptilienähnlichen Zustand nicht nur in Beziehung auf die Trennung und wagrechte Stellung der den Vogellauf bildenden Mittelfußknochen, sondern auch in Beziehung auf die Verkürzung dieser Knochen. Dadurch erscheint der Lauf als wieder aufgehoben, in seine ursprünglichen Teile aufgelöst und auf die Größenverhältnisse derselben zurückgebildet. Nirgends anders unter den Vögeln sind die den Lauf bildenden Knochen so kurz wie bei den Pinguinen — nirgends sind sie so getrennt wie hier, nirgends stehen sie wagrecht. Überall, bei Vögeln wie bei Säugern, hängt die Entstehung der mehr oder weniger langen, aufrecht stehenden Läufe mit dem festen Stehen zusammen, was gleichfalls im Nachfolgenden bewiesen werden soll.

Bemerkenswert ist ferner die Kürze des Oberarms bei den Fetttauchern. Es handelt sich dabei offenbar um eine Verkürzung, wie die Vergleichung mit verwandten Vögeln, z. B. den Alken zeigt — um dieselbe Verkürzung, welche der Oberarm auch bei allen Säugern erfahren hat, deren Vordergliedmaßen zu Flossen umgebildet sind. Dasselbe gilt

für die Vorderarmknochen, welche auch beim Pinguin kurz sind. Dagegen ist die Hand des Pinguins lang, und da die Flosse hier durch Vorderarm und Hand zusammen hergestellt wird, ist dieselbe im Vergleich mit der von Säugern **sehr** lang. Die Länge des Handteils ist wohl mit auf Vererbung von verwandten fliegenden Vögeln her zurückzuführen: die veränderte Thätigkeit hat hier keine Verkürzung hervorgerufen, sondern die überlieferte Länge der Handknochen war derselben vielmehr günstig: die Pinguinflosse hat zugleich in hohem Maße die Aufgabe zu **steuern**, daher wird eine größere Länge vorteilhaft sein.

In Beziehung auf die veränderten Verhältnisse des Gerippes der Fetttaucher ist noch hervorzuheben, daß die Schwanzwirbelsäule lang und fast gerade nach abwärts gerichtet ist: die Schwanzwirbel sind gegenüber jenen der übrigen Vögel nicht vermehrt, aber verlängert; ebenso ist das nur leicht nach hinten und oben gekrümmte Steißbein sehr verlängert, was beides wohl damit zusammenhängt, daß der Schwanz den Fetttauchern als Stütze beim Stehen dient. Etwas Ähnliches zeigt *Podiceps*. Hier wie bei den Pinguinen und ebenso z. B. bei *Colymbus* — überall da wo die daran befestigten Schwanzschwingen schmächtig sind oder fehlen — fehlt die kräftige beilartige Ausbildung des Steißbeins, welche umgekehrt bei Vögeln mit starken Schwanzschwingen stets eine hervorragende ist.

Die außerordentlich schwache Stellung der *Sphenisecidae* auf den Beinen bedingt die Stützung des Körpers auf die Schwanzwirbelsäule, und damit hängen wohl auch die berührten Bauverhältnisse derselben zusammen: die Fetttaucher stehen nicht wie die übrigen Vögel vorwärts gebeugt, sondern in der Hocke — Oberschenkel und Fuß samt Mittelfußknochen (ursprünglichen Läufen) bilden fast rechte Winkel zum Unterschenkel. Der Beckenrand steht, wie das Rückgrat, fast senkrecht, nur wenig vorwärts geneigt, nicht stark geneigt oder fast wagrecht, wie bei den fliegenden Vögeln. Auch diese aufrechte Stellung der Pinguine hängt mit dem unbeholfenen Stehen dieser Vögel zusammen: weil die Füße so schwach sind, wird eben der Stützpunkt des Körpers hinter denselben auf der Wirbelsäule gesucht, und darum muß diese fast senkrecht gestellt werden.

Damit steht aber wieder eine weitere Eigentümlichkeit des Skelettes in Zusammenhang: zu beiden Seiten am Hinterhaupt der *Sphenisecidae* finden sich hervorragende, auffallende Gräten. Dieselben sind in geringerer Ausbildung auch bei anderen mehr aufrecht stehenden und tauchenden Wasservögeln vorhanden — so bei den Lummen, Steißfüßen, Eistauchern.

An die Gräte setzt sich der Musculus cucullaris, in der Grube dahinter der M. biventer und complexus an — Muskeln, welche die aufrechte Stellung der Wirbelsäule bezw. die Streckung des Halses (besonders auch bei dem Tauchen) mit besorgen. Derjenige dieser Muskeln, der Biventer, welcher vorzugsweise auch die aufrechte Stellung der Wirbelsäule mit bedingt (während es der Cucullaris mehr nur mit der Streckung des Halses zu thun hat), hat gerade bei den *Sphenisecidae* eine außerordentliche

Entwicklung genommen: während er bei anderen Vögeln nur etwa bis zum ersten Brustwirbel reicht, reicht er bei den Fetttauchern bis zur Crista ilei hinab.

Endlich steht offenbar mit der aufrechten Haltung der Wirbelsäule — allerdings wohl zugleich mit der Bewegung der Wirbelsäule beim Tauchen — in Zusammenhang die starke Ausbildung der Dornfortsätze der ersten Halswirbel beim Pinguin, zum Ansatz des Ligamentum nuchae. Ähnlich stark sind diese Fortsätze nicht sowohl bei anderen tauchenden Vögeln, als bei den Raubvögeln, welche die Nahrung mit dem Schnabel zerreißen.

So stehen also sehr verschiedene wichtige Umbildungen vorzüglich des Skelettes, dann auch der Muskulatur bei den Pinguinen in Zusammenhang mit der Umbildung der Füße und der dadurch bedingten Stellung dieser Tiere.

Die zweimalige Umbildung von Gliedmaßen, entsprechend der Thätigkeit bei den Vorfahren der Fetttaucher, muß jedem Unbefangenen als ein hervorragendes Beispiel für die Wirkung des Gebrauchs auf die Gestaltung von Organen und für die große Bedeutung dieser Wirkung in die Augen springen. Außerdem zeigt also das Skelett des Pinguins schon, wie mit dem veränderten Gebrauche eines Teils und mit der dadurch erfolgten Umgestaltung desselben Umgestaltung anderer Teile in unmittelbarem Zusammenhang stehen kann.

Angesichts allein dieser Thatsachen die Vererbung erworbener Eigenschaften leugnen zu wollen, ist ein Verleugnen dessen, was mit den Händen greifbar ist.

Es ist ja möglich, daß Gliedmaßen und Becken der Fetttaucher dem Leben dieser Tiere jetzt ganz angepaßt sind — vielleicht aber lassen sie doch noch etwas zu wünschen übrig — sie müssen ja doch allmählich geworden sein; die Flossen — um von diesen zu reden — sind aus Fliegwerkzeugen hervorgegangen, und während langer Zeit werden sie noch nicht so vollkommene Ruder gewesen sein wie jetzt — sie waren während langer Zeit nicht vollkommen angepaßt — also sind sie es, sage ich, vielleicht auch jetzt noch nicht. Ganz dasselbe gilt für die Organe des Walfisches. Ja die Beckenreste dieses Tieres zeigen, wie gesagt, auf das deutlichste, daß dasselbe noch nicht vollkommen am Ziele ist in seiner Umbildung zu einem fischähnlichen Wassersäugetier.

Als die Vorfahren der Pinguine anfingen, ihre Nahrung vorzüglich im Wasser und zwar mehr und mehr auf offener See zu suchen, und als sie demgemäß, zum Zweck des Fortkommens auf der weiten Wasserfläche, gegen Wind und Wellen kämpfend, unfähig, durch die Arbeit der Schwimmfüße allein mit ihnen fertig zu werden und vorwärts zu kommen, die Flügel mit zum Rudern benutzten, da waren diese noch höchst unvollkommene Ruderwerkzeuge, sie waren noch mit Federn besetzte Flügel.

Mittelst ihrer Flügel bewegen sich auch die Lummen heutzutage

unter Wasser sehr schnell vorwärts. Diese Flügel sind verkürzt, aber doch noch mit Schwungfedern besetzt, und gewiß sind sie noch nicht so vollkommene Ruder wie die Flossen der Fetttaucher. Die Lummen fliegen und schwimmen, wie das auch die Pinguine einst gethan haben werden. Vielleicht bleibt es dabei, und die Flügel der Lummen bilden sich nicht weiter zu Flossen um, vielleicht aber doch. Jedenfalls müssen sie sich bei den Pinguinen allmählich umgebildet haben. Die ganze Einrichtung der Flossen, insbesondere auch der Knochen derselben zeigt, daß an eine plötzliche, sprungweise Umbildung nicht zu denken ist. Somit waren also lange Zeit hindurch die Vordergliedmaßen, wie gesagt, dem Schwimmen nicht vollständig angepaßt. Erst die Funktion, in bestimmter Weise ausgeübte Thätigkeit hat die Flossen allmählich ausgebildet und hat verhältnismäßige Anpassung erzielt.

Zahllose Thatsachen beweisen, daß die Vorstellung von der Anpassung, vom Nutzen aller einzelnen Eigenschaften eines Lebewesens durchaus unrichtig, wie auch die Darwin'sche Annahme vollkommen falsch ist, daß solche Anpassung aller einzelnen Teile unbedingt gegeben sein müsse, um das Leben irgend eines Wesens im Kampf ums Dasein zu erhalten. Ein Tier wird, wie u. a. auch W. Haacke hervorhebt, diesen Kampf bestehen können, auch wenn es in Einzelnem nicht angepaßt ist, sofern es nur im Ganzen, z. B. durch Körperkraft, Gewandtheit, Mut und geistige Gaben gut ausgestattet und besser ausgestattet ist als seine Mitbewerber[1]). Man muß eben auch hier das Leben selbst beobachten, um urteilen zu können, statt sich am grünen Tische etwas auszudenken.

Ich will aber auf diese Frage der Anpassung, welche ich anderwärts schon behandelt habe, hier nicht näher eingehen, nur noch soviel hervorheben, daß irgend ein Mehr von nützlichen Eigenschaften einzelne nicht nützliche unter Umständen durchaus wird ausgleichen können, so daß diese bestehen mögen, ohne daß das Ganze Schaden leidet.

Ich frage mich vielmehr, wie wird jemand, der den Einfluß des Gebrauchs auf die Umbildung und die Vererbung erworbener Eigenschaften leugnet, die zweimalige, der Funktion entsprechende bezw. mit ihr zusammenfallende Umbildung der Gliedmaßen — insbesondere der Vordergliedmaßen — bei den Vorfahren der Fetttaucher erklären wollen? Man müßte annehmen, daß alle später an Lebewesen auftretenden »Eigenschaften« »potentia« im Keim enthalten seien. Eines Tages treten sie als Abänderungen auf, und wenn sie dem Organismus nützlich sind, bleiben sie bestehen, andernfalls werden sie verdrängt.

In unserem Falle wären also zuerst die Eigenschaften des fliegenden Vogels, dann, dieselben ablösend, die des schwimmenden Vogels zufällig aufgetreten und, weil sie dem Tiere nützlich waren, bestehen geblieben. Dabei handelte es sich aber jedesmal nicht nur um eine neue Eigen-

---

[1]) W. Haacke nennt dies dotationelle Anpassung im Gegensatz zur constitutionellen (W. Haacke, Gestaltung und Vererbung. Leipzig 1893). Es ist wohl ebenso gut von allgemeiner und Einzelanpassung zu reden.

schaft, sondern um viele zufällig gleichzeitige, welche auftreten mußten, um die nötige Umgestaltung des Organismus zu bewirken, dergestalt, daß sie scheinbar untereinander zusammenhängen und daß sie in ihrem Zusammenhang ebenso wie einzeln scheinbar eine Folge der Funktion wären.

Eine solche Vorstellung ist aber undenkbar und damit die ganze Lehre hinfällig, welche ihr zu Grunde liegt.

Vorder- und Hinterfufs (Hand und Fufs) der Landwirbeltiere. Hand und Fufs von Mensch und Menschenaffen.

Vorder- und Hinterfufs (Hand und Fufs) der Landwirbeltiere überhaupt. Es würde allein eine umfangreiche Abhandlung zu schreiben sein, wollte man die Umgestaltungen besprechen, welche ursprünglich vorn und hinten gleiche Teile durch den Gebrauch in Hand und Fuß verwandelt haben. Es muß besonderer Behandlung vorbehalten werden, diese Ausgestaltung in Beziehung auf Knochen, Muskeln und Nerven zu verfolgen und darzulegen. Es ist klar, daß es sich dabei wieder in hervorragendster und unzweifelhaftester Weise um die Wirkung der Thätigkeit handelt, welche von da ab vorn und hinten eine verschiedene sein muß, wo eine verschiedene Winkelstellung der Gliedmaßen gegeben ist und wo beiderlei Gliedmaßen verschieden benutzt werden. Knochen und Muskeln werden zum Dienste einer besonderen Mechanik vorn und hinten umgebildet und damit in Übereinstimmung die Innervierung gestaltet.

Hier erscheint es mehr noch denn irgendwo anders als geradezu unverständlich, statt der handgreiflich durch Stellung und Thätigkeit der Teile unmittelbar bedingten, die verschiedensten Organsysteme beeinflussenden Umbildung eine solche durch Zufall und Auslese und ohne Vererbung erworbener Eigenschaften behaupten zu wollen — dies um so mehr, als die Umbildungen von Knochen, Muskeln und Nerven im Zusammenhang stehen und von derselben Mechanik abhängig sind.

Indem ich die Abänderung in der Stellung zwischen den ursprünglichen vorderen und hinteren Füßen und die damit verbundene Veränderung der Aufgaben beider im allgemeinen als ersten Ausgangspunkt für die Umgestaltung nehme, müßte ich bei der Besprechung von Hand und Fuß überhaupt von der in der Reihe der Landtiere wachsenden Verschiedenheit von Vorder- und Hinterfuß ausgehen. Ich müßte alle Umbildungen beschreiben, welche Fußwurzel-, Mittelfußknochen und Phalangen besonders hinten im Zusammenhang mit der Umbildung der Muskulatur durch Thätigkeit erfahren haben. Es müßte gezeigt werden, wie im Zusammenhang mit der Stellung bezw. als Folge derselben ein Astragalus und im Zusammenhang mit dem Ansatz und der Arbeit der Wadenmuskeln bezw. der Achillessehne ein Calcaneus entstanden ist. Auch hier würde sich als Folge festerer Stellung überall Vereinfachung

der Teile ergeben, nicht minder in Beziehung auf Fußwurzelknochen wie auf Teile des Mittelfußes und der Zehen. Indessen habe ich die Vereinfachung, auch teilweise Verstärkung und Verlängerung des Mittelfuß- und Zehenknochengerüstes schon im Vorstehenden für die wichtigsten Fälle besprochen.

Die Thatsachen zeigen, daß der Hinterfuß überall da die stärksten Abweichungen von dem ihm ursprünglich mit dem Vorderfuß gemeinsamen Bau erfährt, wo er vorzugsweise das Gewicht des Körpers zu tragen hat und wo er in diesem oder in einem andern Sinne (z. B. beim Schwimmen) in besonderer Weise gegenüber dem Vorderfuß thätig ist. Dies zeigen vor allem die hüpfenden Tiere der verschiedensten Art. Ist dagegen der Vorderfuß in einseitiger Weise hervorragend thätig, so wird er eigenartig umgebildet (grabende, schwimmende, fliegende Säuger, Reptilien, vor allem Vögel). Sind Vorder- und Hinterfüße in gleicher Weise ausschließlich Stützen des Körpers, so sind beide gleich geblieben oder in gleicher Weise verändert (Huftiere). Werden sie endlich vorn oder hinten oder vorn und hinten gar nicht gebraucht, so sind sie im Schwinden begriffen oder sie sind geschwunden.

Überall reden die Thatsachen so laut für die Wirkung des Gebrauchs und Nichtgebrauchs auf Gestaltung und Rückbildung, daß ein Leugnen dieser Wirkung eben nichts als ein Leugnen bleibt.

Ich habe im Vorstehenden den Vorderfuß zur Unterscheidung vom Hinterfuß der Kürze wegen in der Regel Hand genannt, wie man auch von Handschwingen, Handknochen der Vögel spricht, ohne daß hier von einem Greifen die Rede ist. Gewöhnlich spricht man physiologisch nur Menschen und Affen Hände zu und macht die Unterscheidung, daß man der Hand einen entgegenstellbaren Daumen zuspricht (bei den Affen auch eine entgegenstellbare große Zehe), dem Fuße nicht. Aber morphologisch ist auch die hintere Hand der Affen ein Fuß, ebenso wie der des Menschen.

Für eine physiologische Hand, d. i. einen Fuß zum Greifen, ist aber auch die Entgegenstellbarkeit des ersten Fingers bezw. der ersten Zehe nicht maßgebend, und ich meine, daß der Begriff Hand physiologisch eben nur im Sinne des Greifwerkzeuges zu nehmen ist.

Zahlreiche Nager und Raubtiere benutzen ihren Vorderfuß, ihre Vorderpfoten in ausgesprochenster Weise als Greifwerkzeug, als Hand, ohne daß sie einen entgegenstellbaren Daumen hätten. Ja gerade an den Händen solcher Tiere ist der Daumen oft verkümmert, so z. B. bei *Myoxus*, *Sciurus*, *Dipus*, übrigens auch bei den Stummelaffen (*Colobus*).

Gliedmafsen des Menschen und der Menschenaffen.

Fufs und Bein. Wiedersheim sagt, der Fuß des Menschen habe wiederholte funktionelle Anpassung durchgemacht: zuerst sei er Gehwerkzeug gewesen, dann Greif-, dann wieder Gehwerkzeug geworden. Als Hinweis auf den Zustand des Greifwerkzeuges kann, abgesehen von der

durch andere Thatsachen gestützten Annahme der Abstammung von affenähnlichen Vorfahren, das stärkere Abstehen und die stärkere Beweglichkeit der großen Zehe bei Kindern gelten.

Wiedersheim hebt als Unterschiede des Menschenfußes vom Affenfuße hervor: mächtigere Ausbildung des Tarsus, Verkümmerung der Phalangen und geringere Beweglichkeit derselben, Winkelstellung des Fußes zum Unterschenkel, Gewölbebildung, stärkere Ausbildung des Großzehenstrahls und parallele Lagerung desselben zu den übrigen Zehen, während er im zweiten Monat noch abstehend ist, wie bei der Hand und am Affenfuß zeitlebens[1]).

Die Fußwurzel ist beim Menschen verlängert: setzt man beim Europäer die Länge des zweiten Metatarsus = 100, so erhält man für die Länge der Fußwurzel die Zahl: 163

beim	Wedda	152
„	Gorilla	145
„	Schimpanse	113[2]).

Die Strahllänge der großen Zehe ist im männlichen Geschlecht an sich und im Verhältnis zu der der übrigen Zehen größer als im weiblichen; dasselbe gilt für den Daumen: der Mann geht mit neuer Errungenschaft voran (männliche Präponderanz).

Übereinstimmend damit ist die geringere Verkürzung besonders der Mittelphalanx beim Manne.

Verkürzung und Rückbildung ist besonders auf der Außenseite ausgesprochen. Die kleine Zehe ist nicht selten (unter 47 Fällen nach Pfitzner 13 mal)[3]) nur zweigliedrig, durch Verwachsung von Mittel- und Endglied. Es handelt sich also um beginnendes Zweigliedrigwerden der kleinen Zehe, wie es bei der großen Zehe und beim Daumen schon vollendet ist. Der Musc. flexor digitor. communis brevis schickt häufig nur eine schwache oder gar keine Portion zur kleinen Zehe. Auch die übrigen Zehen zeigen Zeichen von Rückbildung, besonders an den Mittelphalangen, nicht an der zweiten Zehe — diese hat Neigung zur Verkürzung, aber zugleich zum Stärkerwerden. Es neigt, meint Wiedersheim, der menschliche Fuß zur Zeit also dahin, zweizehig zu werden.

Ich möchte den Thatbestand doch nicht ganz so wiedergeben: die erste Zehe ist beim Menschen gegenüber der der Menschenaffen und gegenüber den eigenen übrigen Zehen sehr verstärkt. Die übrigen Zehen zeigen um so mehr Verkümmerung, je weiter nach außen sie stehen. Dasselbe gilt aber für die Mittelfußknochen nicht: der äußere Mittelfußknochen ist, besonders proximal, wieder etwas stärker als die zwei mittleren, aber auch diese sind sehr kräftig. Nur der Gorilla hat ähnlich starke.

Gegenüber dem Orang und Schimpanse sind beim Menschen aber nicht nur alle Mitttelfußknochen, sondern auch die ersten Zehenglieder

---

1) Vgl. Wiedersheim, a. a. O. S. 77. Fig. 64a und b. 2) Ebda. S. 76 nach Sarasin.

3) Vergl. W. Pfitzner, Die kleine Zehe. Archiv für Anat. u. Physiol. Anatomische Abteilung, 1890, S. 12 ff.

verstärkt, gegenüber dem Gorilla erweisen sich nur diese Teile der ersten Zehe als verstärkt. Stark sind insbesondere die proximalen Enden der Mittelfußknochen beim Menschen, vorzüglich auch das des zweiten. Alle Mittelfußknochen und die Zehenglieder, besonders die letzten, sind beim Menschen gegenüber den Menschenaffen verkürzt. Bei diesen ist der Vorderfuß lang und breit durch das Verhalten von Mittelfuß und Zehen. Beim Menschen ist er schmal, gedrungen. Infolge bedeutender Verlängerung der Fußwurzel aber ist der Gesamtfuß des Menschen länger, als der von Orang und Schimpanse.

Man kann nicht sagen, der Menschenfuß neige dazu, zweizehig zu werden — er neigt dazu, die äußeren Zehen durch Verkürzung ihrer Glieder zurückzubilden, seine gesamte innere Seite aber zu verstärken. Wir gehen vorzugsweise auf der letzteren. Deshalb wird diese immer mehr die Oberhand gewinnen.

Vorerst ist indessen die Gewölbebildung des Fußes noch maßgebend für das Bestehenbleiben der Gestaltung auch in Beziehung auf die Teile des Mittelfußes. So lange dieses starke Gewölbe, dessen hinterer Träger der Calcaneus, dessen vorderer die distalen Enden der Mittelfußknochen sind, und so lange das Wadenbein so erheblichen Anteil am Fußgelenk hat, wie dies thatsächlich der Fall ist, wird der Menschenfuß weder zwei- noch vierzehig werden. Im übrigen ist die Verstärkung des ersten Mittelfußknochens samt Zehe gegenüber den übrigen so groß, daß Neigung zum Einzehigwerden der erste Eindruck ist, welchen man bei Betrachtung des Menschenfußskelettes empfängt.

Einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen Menschen- und Affenfuß ist eben die starke und kräftige Gewölbebildung des ersteren, welche den Affen fehlt. Sie hängt mit dem festen Stehen zusammen. Die Affen haben Plattfüße, und auch die niederen Menschenrassen, jedenfalls die Neger, sind mehr plattfüßig: wenn sie ihre Tänze aufführen, so tritt diese Eigenschaft sehr auffällig zu Tage: sie treten mit der ganzen Fußfläche auf; dasselbe geben P. und F. Sarasin für die Weddas an[1]).

Die Gewölbebildung erstreckt sich also mit auf die Mittelfußknochen und bedingt verhältnismäßige Stärke derselben, hauptsächlich am proximalen Ende der zweiten und fünften.

Andererseits ist die Gewölbebildung bedingt durch die Stellung der Unterschenkelknochen auf der Fußwurzel. Diese ist eine viel festere und ausgedehntere, als bei den Affen und zwar besonders infolge davon, daß das Wadenbein größeren Anteil an der Gelenkbildung nimmt: das Wadenbein ist beim Menschen überhaupt gegenüber dem der Menschenaffen erheblich verstärkt, verdickt, nicht etwa schwächer geworden, wie es nach der allgemeinen Erscheinung, daß Feststehen Vereinfachung der Knochen bedingt, zu erwarten wäre, in dem Sinne, daß die Fibula zu Gunsten der Tibia zurückträte: es verteilt sich eben der Druck des Körpergewichts auf Schienbein und Wadenbein, der Schwerpunkt liegt

[1]) Wiedersheim, a. a. O. S. 76.

nicht in der Verlängerung der Längsachse des ersteren, sondern vor demselben.

Die kräftigsten Bausteine des Fußgewölbes, die Fußwurzelknochen, sind beim Menschen gegenüber den Menschenaffen außerordentlich groß und stark. Am nächsten steht dem Menschen darin noch der Gorilla. Viel kleiner und schwächer, als bei ihm, sind die Fußwurzelknochen bei Orang und Schimpanse. Besonders ist auch das Fersenbein beim Menschen kräftig und lang, kräftiger und vor allem höher als selbst beim Gorilla. Nur bei letzterem kann man unter den Menschenaffen vielleicht von etwas Gewölbebildung durch Fußwurzel und Mittelfuß reden. Bei den übrigen ist höchstens die Fußwurzel gewölbt, wieder am ausgesprochensten eben beim Gorilla. Schwächer ist dieses Gewölbe beim Schimpanse, am schwächsten beim Orang. Dasselbe Verhältnis gilt auch für die Größe der Fußwurzelknochen.

Der Fuß des Menschen steht dem der Menschenaffen als ein Prachtstück von Vollkommenheit gegenüber in Beziehung auf seine Einrichtung zum Zweck des festen Stehens. Ich wiederhole kurz die für ihn maßgebenden Eigenschaften.

1. Verstärkung und Verlängerung der Fußwurzel. Vergrößerung ihrer Knochen.

2. Verkürzung des übrigen Fußes, besonders der Zehen, vor allem der äußersten Zehe mit Verkümmerung besonders des zweiten Gliedes derselben.

3. Bedeutende Verstärkung des inneren Mittelfußknochens und der großen Zehe.

4. Verstärkung auch der übrigen Mittelfußknochen.

5. Gewölbebildung des Fußes, welche sich bis zum distalen Ende des Mittelfußes erstreckt.

6. Die Richtung des inneren Fußstrahls ist dieselbe wie die der übrigen Strahlen, steht nicht im Winkel davon ab.

Unter den Menschenaffen hat noch den am besten ausgebildeten Fuß derjenige, dessen Arme und Hände durch das Greifen am meisten umgebildet sind: *Hylobates*. Gerade weil er die Vordergliedmaßen so ausgiebig zum Greifen benutzt, thut er dies offenbar weniger mit den hinteren und benutzt dieselben mehr zum Stehen. Damit stimmt auch die Thatsache, daß die Verhältniszahlen der Länge von Unter- und Oberschenkel zusammen einerseits und Rumpflänge andererseits bei diesen Menschenaffen am meisten mit denen des Menschen übereinstimmen. So hat *Hylobates* im Vergleich zu den übrigen Menschenaffen verhältnismäßig die längste Fußwurzel — nicht die längste im Vergleich zur Länge des übrigen Teils des Fußes, denn dieser ist bei ihm sehr lang. Dagegen sind die Zehen bei ihm am wenigsten gebogen, sie sind also am wenigsten Greifzehen. Und vor allem ist bei ihm die große Zehe am wenigsten nach auswärts gerichtet.

Auf den ersten Blick ist der *Hylobates*-Fuß weniger menschenähnlich,

als der des Gorilla. Aber das rührt wesentlich eben von der großen Länge des Vorderfußes beim ersteren her. Im übrigen steht der Gorilla dem Menschen in Beziehung auf die Fußbildung am nächsten. Zuerst im Längenverhältnis zwischen Tarsus und übrigem Fuß. Sodann in der kräftigen Ausbildung der Fußwurzel und der Mittelfußknochen. Drittens in der verhältnismäßigen Kürze der inneren Zehenglieder. Viertens in der kräftigen Ausbildung des ersten Fußstrahls: des ersten Mittelfußknochens und der ersten Zehe. Fünftens in dem Fehlen einer Krümmung der Zehen nach der Fläche — nur etwas Krümmung nach innen ist vorhanden.

Der Gorilla steht offenbar viel fester auf den Füßen als Orang und Schimpanse. Auch mag die große Körperlast, welche bei ihm die Füße tragen, zu besserer Gestaltung der letzteren mit beigetragen haben. Im übrigen zeichnet sich der Gorilla gegenüber dem Menschen und den anderen Menschenaffen überhaupt durch ein gewaltiges Knochengerüste aus. Im Zusammenhang damit sind bei ihm die Knochen des Fußes an sich kräftiger, wodurch auch eine äußere Ähnlichkeit mit den Verhältnissen beim Menschen bedingt ist.

Den schlechtesten Fuß hat der Orang — es ist dieser Fuß in fast verzerrter Weise zu einer langen Hand geworden, und er wird nur schlecht zum Stehen dienen können, ganz entsprechend der geringen Länge der Schenkelknochen des Tieres.

Der Tarsus des Orang ist verhältnismäßig schwach, insbesondere ist der Calcaneus verhältnismäßig viel schwächer, als bei Gorilla und Schimpanse. Die Mittelfußknochen sind lang und dünn, dünner sogar, als die ersten Fingerglieder. Diese letzteren sind gleichfalls sehr lang, länger, als die des Schimpanse, und erheblich länger, als die des Gorilla. Nur *Hylobates* hat ähnlich lange. Aber hier sind sie gerade. Beim Orang dagegen sind sie sehr stark nach einwärts und zugleich der Fußfläche zugekrümmt, und diese Krümmung wird durch die zweiten, ebenfalls langen Zehenglieder fortgesetzt. So entstehen dergestalt gekrümmte Zehen, daß man meinen sollte etwas Pathologisches vor sich zu haben. Die Krümmung ist ähnlich, nicht ganz so stark, schon bei ganz jungen Tieren vorhanden. Die stärkste Krümmung fällt in die zweite Hälfte der ersten Zehenglieder.

Dazu kommt eine weitere, mit dem Greifen zusammenhängende Eigentümlichkeit. Während die Mittelfußknochen ziemlich drehrund sind, sind die Zehenglieder an der unteren Fläche abgeplattet, das erste eben von der Stelle an, wo die hakenartige Krümmung beginnt, also an dem Teil, welcher die Baumäste beim Umgreifen zuerst umfassen hilft. Ja hier sind die zweiten Zehenglieder unten so sehr abgeplattet, daß sie eine Strecke weit ganz scharfe Seitenränder haben. Innerhalb derselben läuft jederseits eine Rinne, wohl für die Sehnen der kurzen Beugemuskeln[1]).

---

[1]) Ebenso an der Hand. Bei den übrigen Menschenaffen und beim Menschen

Die Abplattung ist am meisten ausgesprochen und vollkommen an der zweiten Zehe, abnehmend an der dritten bis fünften — am stärksten ist sie also an der zweiten Zehe, welche, indem sie dem Daumen zunächst entgegengestellt ist, am meisten beim Greifen beteiligt sein wird. Die obere Fläche der Zehenglieder ist gewölbt.

Ähnliche Verhältnisse, Krümmung nach der Fläche und Abplattung an der inneren Fläche sind hochgradig auch ausgesprochen an der Hand. Wir kommen darauf zurück.

Die große Zehe des Orang vervollständigt durch ihre Eigenschaften die Umbildung des Hinterfußes zur Hand: sie ist ein eingliedriger Daumen geworden. Alle anderen Menschenaffen haben zwei Phalangen an der großen Zehe, der Orang nur eine. Diese ist kurz, und ebenso ist der Mittelfußknochen verkürzt, an welchem dieselbe sitzt, dagegen ist dieser gegenüber denen der übrigen Zehen erheblich verstärkt.

Wahrscheinlich dient der Daumen dem Orang weniger zum Greifen, als dazu sich den greifenden übrigen Zehen entgegenzustemmen. Da diese Zehen alle verlängert und gekrümmt sind, so werden sie zusammen die Äste umfassen.

Die Verlängerung von Mittelfuß und Zehen beruht auf Streckung, wie die Verlängerung der Arme beim Menschenaffen und bei Faultieren infolge von Thätigkeit beim Aufhängen und Schwingen. Die hochgradige Krümmung und die Abplattung der Zehen aber ist die Folge des Umfassens der Äste beim Klettern, und diese letzteren Eigenschaften sind so außerordentliche, insbesondere ist die Krümmung eine so ungewöhnliche und hochgradige, daß man, wie gesagt, beim ersten Anblick an krankhafte Verhältnisse denken möchte, ähnlich wie bei den Sitzbeinhöckern der hockenden Affen.

Der Fuß des Schimpanse steht in Beziehung auf die Länge der Zehen und der Mittelfußknochen und in Beziehung auf Befähigung zum Feststehen offenbar zwischen dem des Orang und dem des Gorilla. Nur sein langer und kräftiger Daumen macht eine Ausnahme; er ist an dem Gerippe unserer Sammlung noch etwas länger als beim Gorilla.

Auch bei ihm sind die vier äußeren Zehen nach der Fläche und etwas nach innen gekrümmt. Erstere Krümmung setzt sich hier aber auf die Mittelfußknochen fort, so daß diese und die Zehen zusammen ein Gewölbe herstellen.

Beim Gorilla ist die Zehenkrümmung gering, aber immer noch vorhanden, und zwar sowohl nach der Fläche wie nach innen.

Die Abplattung der Unterseite der Zehen und der Finger ist auch beim Schimpanse, ebenso wie bei *Hylobates* und Gorilla vorhanden, beim Menschen bekanntlich an den Fingern und am Fuß an der großen Zehe.

Hier möchte ich noch einige Worte bezüglich des Fußes von *Hylobates* anfügen. Auch an ihm sind nicht nur die Zehen (abgesehen von

---

sind die Zehenglieder als Ganzes mehr oder weniger rinnenartig gebildet zur Aufnahme aller Beugesehnen.

der ersten) etwas gebogen, auch die drei mittleren Mittelfußknochen zeigen diese Eigenschaft. Wie bemerkt sind beide zugleich sehr lang. Auch sind die Zehenglieder an der Unterfläche erheblich abgeplattet. Alle diese Eigenschaften deuten auf kräftiges Greifen hin. Dagegen spricht die Stellung des Daumens und die verhältnismäßig gute Ausbildung der Fußwurzel für ziemlich festes Stehen. Es machen diese Füße den Eindruck, als ob sie früher mehr zum Greifen benutzt worden wären, als jetzt, und dies mag die Folge sein der hohen Ausbildung, welche die Vordergliedmaßen bei diesem Affen zum Greifen erfahren haben.

Längenverhältnisse der Teile der Gliedmafsen.

Längenverhältnis des Fußes zu Unter- und Oberschenkel zusammen.

Im Verhältnis zu Unter- und Oberschenkel zusammen hat den längsten Fuß der Orang. Nimmt man den Fuß = 1, so ist die Länge des Beines beim

		Länge in cm			
	m	Fuß	Untersch.	Obersch.	Obersch. u. Untersch.
Menschen	3,6	22	36,5	44	80,5
Hylobates	2,4	16	17,5	21,5	39
Gorilla	2,4	27,5	29	37	66
Schimpanse	2,3	23	29,5	30	59,5
Orang	1,8	27	21,5	27	48,5

Das Verhältnis der Länge der Wirbelsäule (vom ersten Brustwirbel bis zum letzten Schwanzwirbel gemessen) zur Länge der Hintergliedmaßen samt Fuß verhält sich bei

					Rumpf	Hinter-gliedm.
Hylobates	wie	1	zu	1,8	31	55
Mensch	-	1	-	1,74	59,5	102,5
Schimpanse	-	1	-	1,7	48	76,5
Gorilla	-	1	-	1,5	63,5	93,5
Orang	-	1	-	1,4	48	76,5

Also hat *Hylobates* in diesem Verhältnis noch etwas längere untere Gliedmaßen samt Fuß, als der Mensch.

Nimmt man dagegen das Verhältnis der Länge von Rumpf und Becken zusammen (vom ersten Brustwirbel bis in die Höhe der

Sitzbeinhöcker gemessen) zur Länge von Ober- und Unterschenkel samt Fuß, indem man die erstere = 1 setzt, so kommt zuerst

				Rumpf	Hinter-gliedm.
der	Mensch	mit	1 : 1,59	64,5	102,5
dann	*Hylobates*	-	1 : 1,47	37,5	55
	Orang	-	1 : 1,35	56	75,5
	Schimpanse	-	1 . 1,34	57	76,5
	Gorilla	-	1 : 1,27	73,5	93,5

In diesem Verhältnis hat der Gorilla also die kürzesten Gliedmaßen samt Fuß. Hierbei kommt aber in Betracht die viel größere Höhe des Beckens im Gebiet zwischen letztem Schwanzwirbel und Sitzbeinhöcker bei den Menschenaffen, als beim Menschen. Am größten ist der Abstand bei *Hylobates* und Schimpanse, dann folgen Orang und Gorilla, zuletzt der Mensch.

Für das Stehen kommt dabei vorzüglich der Abstand zwischen der Höhe der Pfannenmitte und der Beckenkreuzbeinverbindung bezw. dem unteren Ende derselben in Betracht. Dieser Abstand ist am größten bei *Hylobates*, dann folgen Schimpanse, Orang, Gorilla, Mensch. Die Länge derselben muß eigentlich der Gliedmaßenlänge zugezählt werden, wodurch für die Menschenaffen ein mehr den menschlichen Maßen ähnliches Längenverhältnis derselben entsteht.

Das Becken der Menschenaffen ist nicht nur viel mehr langgestreckt, es steht auch viel mehr aufrecht, als das des Menschen, sieht mit seiner Öffnung mehr nach vorn, wenigstens bei Langarmaffen, bei Orang und Schimpanse. Beim Gorilla ist die Stellung der menschlichen noch am ähnlichsten, ebenso wie die Kürze des in Frage kommenden Teils der seitlichen Beckenschenkel. Im übrigen bewirken diese Verhältnisse des Beckens zusamt der Flachheit und Höhe der Darmbeine eine der größten Unterschiede zwischen dem Skelett des Menschen und dem der Menschenaffen.

Eben wegen der Stellung des Beckens bei *Hylobates*, Schimpanse und Orang erscheinen die langen Seitenschenkel derselben um so mehr als Fortsetzung der Gliedmaßen, wenn man ihre Länge mit der des Rumpfes vergleichen will.

Nach Vorstehendem scheint es, daß man, um ein richtiges Verhältnis zwischen der Länge des Rumpfes und seiner Stützteile zu bekommen, vergleichen muß: die Länge der Wirbelsäule bis zum unteren Ende des Kreuzbeinbeckenansatzes mit der Länge der Beckenschenkel von hier bis zum Mittelpunkt der Pfanne + Länge der Gliedmaßen samt Fuß.

Nimmt man das erstere Maß = 1, so ergiebt sich immerhin die größte Länge der Stützteile für den Menschen:

				Rumpf	Hinter-gliedm.
Mensch	1	:	2,41	49,5	109,7
Hylobates	1	:	2,14	28,3	60,5
Schimpanse	1	:	2,06	41,5	85,5
Gorilla	1	:	1,88	53,5	100,5
Orang	1	:	1,87	44	82,5

Nimmt man dieselben Maße wie vorhin, aber mit Ausschluß der Fußlänge, so ergiebt sich:

Mensch	1	:	1,77
Hylobates	1	:	1,57
Schimpanse	1	:	1,5
Gorilla	1	:	1,35
Orang	1	:	1,26

Nimmt man dieselben Maße, rechnet aber zu der Länge vom unteren Beckenansatz ans Kreuzbein bis zum unteren Ende der Tibia noch die Höhe des Fußes hinzu, so ergeben sich folgende Zahlen:

Mensch	1	:	1,87
Hylobates	1	:	1,64
Schimpanse	1	:	1,57
Gorilla	1	:	1,43
Orang	1	:	1,32

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß der Orang, wie er den verhältnismäßig längsten und den am meisten gekrümmten Fuß hat, so überhaupt in Beziehung auf die Gliedmaßen am schlechtesten gestellt ist, sofern wir nämlich von dem sonst bewährten Satze ausgehen, daß die Gliedmaßen bezw. ihre Teile um so länger werden, je fester die Tiere senkrecht zur Längsachse derselben auftreten.

Für den Gorilla stimmt aber der Platz zwischen Schimpanse und Orang in Beziehung auf die feste Stellung bezw. das Vermögen aufrechten Gehens nach den allgemeinen Einrichtungen von Becken, Bein und Fuß entschieden nicht. Er steht darin offenbar über dem Schimpanse: sein Fuß ist menschenähnlicher als der des letzteren, insbesondere sind auch die Zehen weniger gekrümmt, er tritt viel fester auf als der Schimpanse. Ebenso ist die Stellung seines Beckens, wie wir sehen, menschenähnlicher, als die des Schimpanse. Frühere Zahlen zeigen aber, daß das Verhältnis zwischen Bein- und Fußlänge beim Gorilla für ersteren günstiger ist: der Gorilla kommt darin hinter *Hylobates* und vor dem Schimpanse.

Dieselbe Reihenfolge ergiebt sich, wenn man die Länge von Ober- und Unterschenkel zusammen mit der Körpergröße vergleicht. Nimmt man die erstere = 1, so erhält man:

Mensch	1 :	1,88
Hylobates	1 :	2,0
Gorilla	1 :	2,08
Schimpanse	1 :	2,15
Orang	1 :	2,3

Es entsprechen also doch die Zahlen dem thatsächlichen Verhältnis in Beziehung auf die Beurteilung der festen Stellung der Menschenaffen auf den Hintergliedmaßen am meisten, welche nur diese selbst und nicht auch einen Teil des Beckens als Fortsetzung der letzteren in Rechnung ziehen.

Krümmung und Stärke von Ober- und Unterschenkel.

Noch etwas ist für die Beurteilung dieser Frage in Rechnung zu ziehen, nämlich der geradlinige oder gebogene Zustand der Ober- und Unterschenkel.

Nur beim Menschen ist der Oberschenkel fast gerade, nur leicht nach vorn gebogen, der Unterschenkel ganz gerade, bei *Hylobates* sind die Oberschenkel gerade, die Schienbeine aber nach vorn, die Wadenbeine nach hinten und außen gebogen. Bei Schimpanse und Gorilla sind sie beide ausgesprochen nach vorn gebogen. Beim Orang sind die Oberschenkel fast gerade, die Schienbeine mehr nach aus-, als nach vorwärts gebogen. Somit ist der Orang bezüglich der Geradestreckung der Oberschenkel etwas günstiger gestellt, als die zwei übrigen großen Menschenaffen.

Die Biegung am Unterschenkel bezieht sich beim Schimpanse und Orang hauptsächlich auf das Schienbein. Nur beim Gorilla macht das Wadenbein die Biegung des Schienbeins vollständig mit. Bei *Hylobates* wird die Biegung des Schienbeins durch die des Wadenbeins rücksichtlich des festen Stehens aufgehoben. So ist der Langarmaffe auch in dieser Beziehung wieder auffallend günstig gestellt.

Endlich gehört hierher ein Wort über die Stärke der Ober- und Unterschenkelknochen bei den einzelnen in Frage kommenden Formen. Beim Gorilla sind dieselben, entsprechend dem übrigen Knochenbau dieses Tieres, am massigsten, noch kräftiger, als beim Menschen. Dann folgt dieser, dann Schimpanse und Orang, endlich die Langarmaffen.

Überblickt man die Beine von Mensch und Menschenaffen zusammen, so geht der erstere gegenüber den letzteren wie auf Stelzen, ähnlich den Stelzvögeln und den Laufvögeln gegenüber anderen Vögeln. Ähnlich hochgestellt ist allerdings der Langarmaffe. Allein nur beim Menschen stehen Ober- und Unterschenkel in einer geraden Linie. Bei allen Menschenaffen bilden sie einen nach hinten offenen Winkel, entsprechend der bei den meisten vorhandenen Biegung der Schenkelknochen. Auch dadurch ist die Stellung der Menschenaffen so viel weniger fest, als die des Menschen.

Die gewaltige Körpermasse des Gorilla drückt mächtig auf seine Träger und in Verbindung mit deren Winkelbildung und Kürze gewinnt

man den Eindruck, als sei die Stellung des Tieres ähnlich wie beim Orang viel ungünstiger, als beim Schimpanse, dessen leichter Oberkörper die Gliedmaßen viel bedeutender hervortreten läßt. Noch mehr wird dieser Eindruck durch die verhältnismäßig große Länge der Oberschenkel gegenüber den Unterschenkeln verstärkt. Allein die Gestaltung der Füße giebt, zusammen mit den Verhältniszahlen zwischen Bein- und Rumpflänge, den Ausschlag doch zu Gunsten des Gorilla.

Die Berichte der Naturforscher über das Gehen des Gorilla bestätigen, daß dasselbe ein ziemlich sicheres ist, insbesondere daß er auf der Sohle des Fußes geht und dabei diesen nach auswärts stellt. Nach einer Abbildung in Brehm's Tierleben[1]) wird zugleich die große Zehe fast quer nach einwärts gestellt, was wiederum festes Stehen bedingen muß. Der Schimpanse[2]) geht viel mehr auf dem Seitenrande des Fußes, zugleich mit eingekrümmten Zehen, meist auf allen Vieren; ebenso der Orang[3]). Dagegen stellt wieder der Gibbon nach Brehm's Abbildungen[4]) den Fuß platt, mit gestreckten Zehen, die große Zehe nach auswärts gerichtet wie der Gorilla. Mit meinen Schlußfolgerungen stimmt freilich nicht, wenn es in demselben Werke heißt[5]), sein Gang sei ein trauriges Schwanken auf den Hinterfüßen, ein schwerfälliges Dahinschieben des Leibes, welcher nur durch die ausgestreckten Arme im Gleichgewicht erhalten werden kann. Die Hauptsache scheint mir aber doch die Stellung der Füße zu sein.

Über das Gehen des Langarmaffen füge ich noch eine Äußerung von Hermes an[6]), welche meine Schlußfolgerungen in Beziehung auf dasselbe doch vollkommen zu bestätigen scheint. Hermes sagt: »er ist der einzige, welcher auf ebener Erde gehend stets einen aufrechten Gang besitzt. Freilich ist sein Gang mehr ein Balancieren; er erinnert an einen Seiltänzer, der mit seinen halbausgestreckten Armen das Gleichgewicht zu halten sucht«. Und vom Gorilla sagt Hermes: er trage den Kopf beim Gehen aufrecht mit einer Vornehmheit, die den Eindruck, als gehöre er den höheren Ständen an, hinterlasse. Hermes bezeichnet den Gorilla auch als den Vornehmsten unter allen Anthropomorphen: »es ist, als habe er ein Adelspatent mit auf die Welt gebracht«.

Dabei ist allerdings zu bemerken, daß der Gorilla zwar vollkommen frei aufrecht gehen kann, sich aber doch wohl meist mit auf die Hände stützt wie Orang und Schimpanse.

Hand und Arm.

Die ausgesprochenste Greifhand hat der Langarmaffe insofern, als deren Finger sehr lang und an der inneren Fläche stark platt und gebogen sind. Lang sind insbesondere die ersten Fingerglieder. Die nach der Innenfläche gerichtete Biegung fällt hauptsächlich gleichfalls auf diese ersten Fingerglieder. Der Daumen des *Hylobates* ist verhältnismäßig lang.

---

[1]) Brehm's Tierleben, dritte Auflage, Säugetiere von Pechuel-Lösche, I. Bd. S. 42.
[2]) Ebenda S. 44. [3]) Ebenda S. 45. [4]) Ebenda S. 45.
[5]) Ebenda S. 105. [6]) Ebenda S. 72.

Der Hand des Langarmaffen am nächsten steht die des Orang. Auch sie ist innen stark platt und nach der Fläche zu gebogen. Der Daumen ist verhältnismäßig kürzer als beim Langarmaffen. Weit weniger gebogen ist die Hand des Schimpanse, am wenigsten die des Gorilla. Bei letzterem sind auch Mittelhand und Finger verhältnismäßig am kürzesten, besonders die ersten. Die Finger sind auch hier innen und zwar beim Gorilla sehr stark abgeflacht, ebenso beim Menschen. Am kürzesten sind Mittelhand und Finger beim Menschen.

Der Daumen ist beim Menschen am längsten, reicht bis zum letzten Drittel des ersten Fingergliedes; bei *Hylobates* ist er etwas länger, als die Mittelhand, ähnlich beim Gorilla; kürzer ist er beim Schimpanse, noch kürzer beim Orang.

Die Hand des Menschen ist am kürzesten, dann folgt im Verhältnis zum übrigen Knochenbau die des Gorilla. Die des letzteren ist überhaupt am menschenähnlichsten.

Die längsten Arme hat *Hylobates*. Dann folgt der Orang, hierauf der Gorilla, dann der Schimpanse, endlich der Mensch[1]. Bei *Hylobates* liegen dieselben bei aufrechter Stellung noch flach dem Boden auf, beim Orang erreichen sie nahezu den Boden, beim Gorilla das untere Drittel des Unterschenkels, beim Schimpanse etwa das obere Ende des oberen Fünftels desselben, beim europäischen Menschen reichen sie beinahe bis zum unteren Drittel des Oberschenkels.

Der Schimpanse hat die verhältnismäßig kürzesten Oberarme: sie sind etwas kürzer als die Vorderarme; ebenso sind sie kürzer bei *Hylobates*, ungefähr gleichlang beim Orang; länger als die Vorderarme sind sie beim Gorilla und beim Menschen.

Im Verhältnis zu den Hintergliedmaßen sind die Vordergliedmaßen am längsten beim Langarmaffen, dann folgt der Orang, dann der Gorilla, dann der Schimpanse, zuletzt der Mensch.

Während der Gorilla sonst in den Eigenschaften der Gliedmaßen mit dem Menschen am meisten übereinstimmt, sind beide ungeheuer verschieden in der Länge und Stärke der Arme. Denn diese sind beim Gorilla, wenn auch nicht am längsten, so doch weitaus am kräftigsten entwickelt, beim Menschen am schwächsten und allerdings zugleich weitaus am kürzesten.

Längenverhältnisse von Vorder- und Hintergliedmafsen.

Das Verhältnis von Länge und Stärke zu denen der Beine ist beim Menschen gegenüber den Menschenaffen überhaupt ein ungemein auffal-

[1]) Bei den verschiedenen Menschenaffen ist die Länge der Arme eine relativ verschiedene, und zwar beruht dieselbe auf Verlängerung, bezw. Verkürzung des Unterarmes. Setzt man den Humerus gleich 100, so ergiebt sich für den Radius der Europäer die Zahl 73, für Weddas dagegen fast 80 (vergl. Wiedersheim, a. a. O. S. 67). Auch bei einzelnen Bantu-Stämmen, z. B. den Dinkas, kommen relativ sehr lange Arme vor. Vergl. auch später unsere Verhältniszahlen.

lendes und lehrreich für die Ausbildung und Rückbildung der Organe durch Gebrauch und Nichtgebrauch.

Die Beine sind beim Menschen nahezu um ein Viertel länger, die Arme um ein Viertel kürzer, als beim Gorilla, so daß die Fingerspitzen des Menschen nur um etwas unter die Höhe des Ellbogens der Gorilla herabreichen, wenn man beide Skelette nebeneinander stellt: der Unterschied der Höhe beider Skelette fällt durchaus auf den Unterschied in der Beinlänge.

Obwohl der Knochenbau des Gorilla sonst viel kräftiger und mächtiger ist als der des Menschen, sind Oberschenkel und Unterschenkel bei beiden doch ungefähr gleich kräftig gebaut — die des Menschen zugleich. sehr verlängert, offenbar infolge des festen Stehens.

Dagegen erscheinen die Arme des Menschen gegenüber diesen hohen und kräftigen Beinen ebenso wie gegenüber den mächtigen und langen Armen des Gorilla ungemein schmächtig und kurz — in hohem Grade verkümmert, rückgebildet — im Zusammenhang damit, daß die Menschen ihre Arme nicht mehr wie die Affen zur Ortsveränderung, sei es durch Hängen an den Baumästen, sei es durch Stützen auf dem Boden gebrauchen.

Mit der ungeheuren Ausbildung der Arme hängt beim Gorilla wieder die außerordentliche Größe der Schulterblätter zusammen, mit der mächtigen Ausbildung der Beine beim Menschen die große Festigkeit seines Beckens.

Im Folgenden gebe ich einige, wiederum von Dr. Fickert zusammengestellte Zahlen, deren erste Reihe enthält: die Länge von Oberarm, Vorderarm und Hand bei Mensch und Menschenaffen, ferner das Längenverhältnis je von Vorderarm und Hand zu dem des Oberarms und des Arms als Ganzen zu dem der Hand.

Die zweite Reihe enthält die Gesamtlänge der Vordergliedmaßen.

Die dritte Reihe enthält die Länge der Vorder- und der Hintergliedmaßen und das Verhältnis der Länge der letzteren zu ersteren.

	Oberarm	Vorderarm	Hand	Oberarm	Vorderarm	Hand	Hand	Arm
Hylobates	29	31	28,5	1	1,07	0,98	1	2,1
Orang	34	35	23	1	1,03	0,67	1	3,0
Schimpanse	30	26	23	1	0,87	0,77	1	2,43
Gorilla	42	35	25	1	0,83	0,59	1	3,08
Mensch	33	23,5	18,5	1	0,71	0,56	1	3,05

	Hylobates	Orang	Schimpanse	Gorilla	Mensch
Gesamtlänge der Vordergliedmaßen	88,5	92	79	102	75

	Vordergl.	Hintergl.	Vordergl.	Hintergl.
Hylobates	88,5	40,5	1	0,45
Orang	92	51	1	0,55
Schimpanse	79	56,5	1	0,72
Gorilla	102	70,5	1	0,69
Mensch	75	85,5	1	1,14

Brustgürtel.

Dazu ist außer Schulterblatt, Schlüsselbein und Rabenbein nach der physiologischen Aufgabe und dem physiologischen Zusammenhang auch das Brustbein zu rechnen.

Der Brustgürtel ist um so weniger kräftig entwickelt, je weniger die Vordergliedmaßen ausgebildet und zum Stehen und Gehen auf festem Boden bestimmt sind. So ist er bei manchen Lurchen und Kriechtieren teilweise noch knorpelig. Da wo die Vordergliedmaßen verloren gegangen sind, ist er zuweilen ganz geschwunden (Schleichenlurche, Schlangen). Dagegen ist er bei anderen Lurchen und Kriechtieren dann stark ausgebildet, wenn die Vordergliedmaßen kräftige Bewegung üben, so bei Echsen und besonders bei den

schwanzlosen Lurchen. Auffallend viel stärker sind seine Teile da, wo die Bewegung ausschließlich auf dem Lande geschieht, so bei den Kröten, schon bei *Bufo*, noch mehr aber bei *Pipa*.



Abb. 46. Skelett von *Pipa surinamensis*.

Bleiben wir zunächst etwas bei *Pipa* stehen, so finden wir hier (*Pipa surinamensis*) einen ungeheuren breiten Brustgürtel. Mächtige Platten bilden die Schulterblätter, zwar dünn und nur vorn und im

unteren äußeren Winkel knöchern, im übrigen zugewachsenen Teil erst in Verknöcherung (bezw. Verkalkung) begriffen.

Unten bilden eine ungemein große Platte Schlüsselbeine und Rabenbeine zusammen mit dem Brustbein. Zwischen ersteren beiden und dem Brustbein bezw. Episternum befindet sich jederseits eine knorpelige, verkalkende Haut, welche die sonst knöcherne, aus den drei bezw. vier Knochen zusammengesetzte Platte lückenlos ergänzt.

Wir haben hier zugleich Beispiele für werdende Knochen. Solche bietet auch das Schulterblatt z. B. der Frösche und der gewöhnlichen Kröten (*Bufo*), dann von *Alytes*, *Hyla*, wo es aus zwei Platten besteht, die, im Winkel sich vereinigend, jederseits einen Halbring bilden. Die obere Plattenhälfte ist noch nicht ganz knöchern — mehr bei *Bufo*, weniger bei *Rana*. Ganz beweglich ist dieser obere Teil des Schulterblattes bei den Schwanzlurchen, bei der Unke (*Bombinator*). Bei *Dactylethra* unter den Schwanzlosen ersetzt ein dreieckiger, winkelig in den knöchernen Teil einschneidender Knorpel jene obere bei den Verwandten vorhandene Platte.

Ebenso ist das Rabenbein um so kräftiger ausgebildet, je mehr die Lurche auf dem Lande leben und auf starken Gliedmaßen gehen.

Für die Reptilien ergeben sich ähnliche Verhältnisse.

Bei den Schlangen und den Schleichenlurchen ist auch das Brustbein geschwunden.



Abb. 47. Skelett von *Diomedea exulans*.

Vögel. Raben- und Schlüsselbeine.

Das Rabenbein hat sich unter den höheren Wirbeltieren nur erhalten bei den Kloakentieren und bei den Vögeln.

Es ist bei den Vögeln sehr verstärkt und stellt hier außerordentlich kräftige Aufhänge- und Stützspangen zwischen Brustbein einerseits und Oberarm und Schulterblatt



Abb. 48. Skelett von *Dromaeus novae Hollandiae.*



Abb. 49. Skelett von *Casuarius indicus.*

andererseits her und dient ferner wesentlich mit dazu, den Brustkorb zu einem unbeweglichen, festen Panzer zu gestalten. Außerdem setzen sich an das Rabenbein der Vögel zahlreiche Muskeln an, insbesondere auch

zum Fliegen sehr wichtige, wie M. biceps brachii, Mm. coraco-brachialis anterior et posterior, pectoralis medius, deltoideus. Das Rabenbein der Vögel verdankt seine kräftige Ausbildung, wie das Schlüsselbein, der Beziehung zur Bewegung der Flügel.

Eine zweite solche Aufhängespange bilden

die Schlüsselbeine: sie sind am kräftigsten da, wo mächtige Flügel große Kraft entfalten, wie bei Raubvögeln, dann auch bei tauchenden Vögeln (*Colymbus*, *Podiceps*, vor allem, wie schon bemerkt, bei den Pinguinen).

Bei *Apteryx*, *Dinornis* und dem zu den *Galliformes* gehörigen *Mesites* fehlt das Schlüsselbein ganz, bei *Dromaeus* ist nur noch der äußere Teil desselben vorhanden, ebenso beim jungen Kasuar (Fürbringer)[1], während beim alten vielleicht ein kurzer Fortsatz des Scapulocoracoid darauf zurückzuführen ist. Es hängt das Fehlen und die Verkümmerung des Schlüsselbeins bei diesen Vögeln offenbar mit deren Flugunfähigkeit bezw. mit schlechtem Fliegen (*Mesites*) zusammen. Auffallend ist aber, daß auch bei vielen Papageien, ferner bei dem ebenfalls zu den Klettervögeln gehörigen südamerikanischen *Capito* und bei der zu den Sylvien gehörigen *Atrichia* der innere (untere) Teil der Schlüsselbeine nicht mehr knöchern ausgebildet ist — es muß dies mit der Art des Fliegens bei diesen Tieren zusammenhängen. Auch bei manchen sehr guten Fliegern (mehreren Tauben), dann auch ebenso bei weniger guten (*Fulicariae*) ist der untere Abschnitt schwächer. Bei *Buceros*, *Rhamphastos* u. a. verwachsen die unteren Enden beider Schlüsselbeine nicht mehr miteinander.

Später wird vom Einfluß des Druckes des Kropfes auf die Verhältnisse bei manchen Vögeln gehandelt werden[2]. Auch bei *Struthio* und *Rhea* fehlt das Schlüsselbein nach der von Cuvier in der zweiten Ausgabe seiner vergleichenden Anatomie ausgesprochenen Ansicht[3].

Bei allen Ratiten und bei *Apteryx* ist das sehr schmale Schulterblatt mit dem Rabenbein fest verwachsen — offenbar wiederum infolge des Nichtgebrauchs dieser sonst beim Fliegen durch Muskelansatz wichtigen Knochen. Bei *Struthio* und *Rhea* zeigt nun aber die Fortsetzung der Scapula zwei Schenkel, einen äußeren, eben das Coracoid, und, in der Mitte durch ein Loch von diesem getrennt, einen inneren, welcher die Clavicula zu sein scheint und von Cuvier nach der ersten Auflage seiner vergleichenden Anatomie auch dafür gehalten wurde[4]. Es wären also nach dieser älteren Cuvier'schen Auffassung Raben- und Schlüsselbein oben und unten mit ihren seitlichen Rändern und oben beide wieder mit dem Schulterblatt fest verwachsen. In der zweiten Auflage der vergleichenden Anatomie erklärt dagegen Cuvier den früher als Schlüsselbein gedeuteten Knochen als Akromialfortsatz des Schulter-

---

[1] M. Fürbringer, Unters. zur Morphologie u. Systematik der Vögel. Amsterdam 1888 und Bronn, Klassen u. Ordnungen des Tierreichs, VI. Bd. 4. Abt. Vögel, S. 967.

[2] Vergl. den Abschnitt: Das Skelett als Ganzes etc. Skelett der Vögel.

[3] Cuvier, Leç. d'anat. comp. II. Edit. 1835 S. 360.

[4] Ebenso von Owen, Comp. anatomy and physiol. of vertebr. II S. 67.

blattes. Die Clavicula könne es deshalb nicht sein, weil bei *Dromaeus*, dem einzigen straußartigen Vogel, welcher eine solche besitze, zugleich noch ein Coracoid mit dem nämlichen inneren Fortsatze wie bei *Struthio* vorkomme. Auch *Rhea* zeige diesen Fortsatz, der sich mit dem Coracoid vereinige und ein Loch übrig lasse.



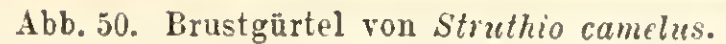


Abb. 50. Brustgürtel von *Struthio camelus*.



Abb. 51. Brustgürtel eines Struthio camelus.

Es kann nun aber dieser obere Fortsatz unmöglich ein Fortsatz des Schulterblattes (Akromion) sein. Denn an dem in Abb. 51 abgebildeten Brustbein eines jungen Straußes erscheint die betreffende Knochenspange noch knorpelig, als etwas ganz Besonderes von dem knöchernen Schulterblatt und dem ebenfalls knöchernen Rabenbein scharf abgesetzt und nimmt sich vollkommen aus wie ein Schlüsselbein, welches bei den Vögeln in der That knorpelig angelegt, aber dann durch Knochenbelag endgiltig hergestellt wird. Es handelt sich also in dem betreffenden Knochenteil um einen besonderen Knochen, aber doch offenbar nicht um ein Schlüsselbein. Denn dieses hat bei *Dromaeus* eine andere Lage — viel mehr quer — und an Stelle der schlüsselbeinähnlichen Knorpelstränge des jungen Straußes finden sich auch bei *Dromaeus* nach Harting's [1] Darstellung [2] bindegewebige Stränge (Lames latérales), welche als Reste der sonst bei den Vögeln zwischen dem Gabelbein, dem Brustbein und dem Rabenbein ausgespannten bindegewebigen Haut erscheinen. Es handelt sich also in dem betreffenden Teil augenscheinlich um einen besonderen

---

[1]) Harting, L'appareil épisternal des oiseaux, in Naturkundige Verhandelingen Prov. Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Utrecht 1884.

[2]) Vergl. Bronn, Klassen und Ordn. des Tierreichs. Taf. XVII Fig. 1.

Knochen, hervorgegangen aus einer ursprünglich nicht verknöcherten, zwischen Schlüsselbeinen, Rabenbein und Brustbein gelegenen Gewebsplatte, deren innere Grenze allerdings durch die ersteren gebildet wird. Man wird diesen Knochen als ein vorderes Rabenbein (Acrocoracoid Fürbringer u. a. [Procoracoid]) bezeichnen können. Bei *Dromaeus* und *Apteryx* ist der Knochen nur als ein oberer innerer Fortsatz des Coracoid angedeutet[1]).

Wie weit derselbe mit dem bei Reptilien mit diesem Namen belegten Knochen homolog ist, läßt sich um so weniger sagen, als die Ansichten über die Deutung der Teile des Brustgürtels der Reptilien noch sehr widersprechend und einer Klärung in hohem Grade bedürftig sind.

Wenn ich die Bezeichnung Procoracoid angewendet habe, so wollte ich damit der vergleichend anatomischen Deutung nicht vorgreifen. Harting erklärt ihn für einen Episternalknochen und das ganze bindegewebige Blatt, in welchem er entstanden zu sein scheint und in welchem sich auch noch andere Knochenablagerungen bilden können, für episternal. Und in der That scheint das Vorhandensein des so kräftigen Procoracoid bei Vögeln, welche nicht fähig zum Fliegen sind, nur durch Vererbung von irgendwelchen, wohl reptilienähnlichen Vorfahren her zu erklären zu sein. Es wäre so auch zu verstehen, daß dieselben z. B. bei *Dromaeus* bis auf einen Fortsatz geschwunden sind. *Apteryx* mit seinem Schnepfenschnabel aber gehört nicht zu den gewöhnlichen Laufvögeln, und das, was bei ihm als solcher Fortsatz erscheint, kann nicht ohne weiteres mit dem der übrigen Laufvögel zusammengestellt werden.

Nun giebt aber schon Meckel an, daß sich bei den Raubvögeln, ferner auch beim Kranich, im Rabenbein in der Nähe seines oberen Endes eine kleine längliche Öffnung oder ein Einschnitt findet. Viel größer als dort ist das Loch bei *Aptenodytes*, und der innere Teil des Rabenbeins, in welchem dasselbe liegt, ist viel dünner als der äußere: er stellt einen blattartig vorspringenden inneren Rand des Knochens dar, welcher besonders breit nach oben wird und sich hier nach vorn und außen umbiegt, um mit seinem oberen Ende an das Ende des Gabelbeins sich anzusetzen. Nach unten verkürzt sich das Blatt allmählich zu einer Kante. Jener blattartige Ansatz ist aber nicht der einzige, welchen das Rabenbein an dem Schlüsselbein hat: der äußere, stämmige Teil des Rabenbeins setzt sich nach oben, über jenen blattartigen Ansatz hinaus, in ein außerordentlich kräftiges und langes, nach vorn und innen hakenartig gekrümmtes Acrocoracoid (Fürbringer) fort, welches am oberen Winkel des Schlüsselbeins mit diesem artikuliert. Jene erste Verbindung kommt auch bei vielen anderen Vögeln vor, ohne daß das Loch vorhanden wäre, aber meist in viel weniger ausgesprochener Weise. Auch

---

[1]) Gegenbaur sagt (Grundriß der vergl. Anat. 2. Aufl. 1878 S. 500 und Grundzüge d. vergl. Anat. 2. Aufl. 1870 S. 680): »Durch das Vorhandensein eines Procoracoid bieten die Ratiten eine nähere Verwandtschaft mit Sauriern dar«.

(Ebenso in der neuesten Auflage. C. F. und M. v. L.)

das Acrocoracoid ist nur selten so lang und hakenartig gebogen wie bei *Aptenodytes*. Am ähnlichsten mit diesem sind die Verhältnisse noch bei den Seetauchern (*Eudytes*), und am meisten lang und hakenartig ist das Acrocoracoid überhaupt bei den Schwimmvögeln. Bei manchen Vögeln erscheint aber jene blattartige Verbreiterung des Rabenbeins an sonst macerierten Skeletten nur in Gestalt eines Ligamentes, welches offenbar nun wieder den innersten Teil der bindegewebigen, zwischen Gabel-, Raben- und Brustbein ausgespannten Haut, dem »Episternum« Harting's ist, so an einem unserer Skelette vom Storch.



Abb 52. Skelett von *Spheniscus demersus*.

Somit kommen wir wieder auf das bindegewebige »Procoracoid« von *Dromaeus* zurück und auf eine Erklärung der Verhältnisse, welche für Ratiten und Carinaten zugleich paßt: der blattartige innere Saum an der inneren Seite des Rabenbeins zahlreicher Carinaten, welcher zuweilen ein Loch einschließt, entspricht dem »Procoracoid« der Ratiten und ist, wie dieses, hervorgegangen aus einem Teil der häutigen Episternalplatte. Übrigens bedarf die ganze Frage noch einer genaueren, namentlich entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung.

Mächtig ist bei den Vögeln

das Brustbein

ausgebildet, mit um so größerem Kamme, je stärker das Flugvermögen, je kräftiger der Ansatz der Brustmuskeln daran ist. Es stellt dieses Brustbein einen Schild dar, welcher zuweilen so weit nach hinten reicht, daß er fast den ganzen Bauch bedeckt. Er ist nach hinten gewachsen — hier ist er dann oft noch ganz dünn und durchlöchert, bezw. häutig.

Dieser Schild, nicht nur sein Kamm (Episternum) verdankt seine Ausbildung dem Ansatz und der Thätigkeit der Brustmuskeln zum Zweck des Fliegens. Er ist am Brustkorb fest angefügt durch die ganz

knöchernen Rippen, welche wiederum zur Befestigung des Brustkorbes selbst durch Spangen verschiedener Art verbunden sind: seitlich durch die Processus uncinati, oben meist noch durch andere Spangen, welche von den Querfortsätzen der Wirbel aus, wie die Processus uncinati nach rückwärts gehen. Endlich können die Querfortsätze durch Knochenspangen verbunden sein: Processus intertransversarii, Lamina intertransversaria.

Dazu kommt das Übergreifen eines oberen Schildes, des Beckens, auf die hinteren Rippen und seine Verbindung mit ihnen und den Lenden- und Brustwirbeln.

Durch all dies kann der Brustkorb wenigstens in seinem Rückenteil zu einem unbeweglichen Ganzen werden, und diese Unbeweglichkeit entsteht infolge der Flugthätigkeit, infolge der Notwendigkeit, für die das Fliegen vermittelnden Brustmuskeln einen festen Ansatz zu finden, und — was das Becken angeht — infolge des Feststehens auf den Hintergliedmaßen.

Da die Rippen wenig beweglich sind und nicht erheblich wie bei anderen Wirbeltieren, insbesondere bei den Säugern, zum Ausdehnen der Lungen gebraucht werden, ist die Thätigkeit der Lungen als Atemwerkzeuge verhältnismäßig gering. Dieselben dienen wesentlich mit zum Durchtreten der Luft in die Luftsäcke und in die meist marklosen Knochen. So wird in den Knochen geatmet — eine Einrichtung also, offenbar im Zusammenhang mit jener anderen entstanden, welche den Brustkorb zu einem festen Gerüste gemacht hat — alles infolge der Flugthätigkeit.

Das **Schulterblatt** ist bei den Vögeln lang und schmal, verkümmert, ohne Gräte, was augenscheinlich darauf beruht, daß das kräftige Rabenbein vorzüglich die Aufgabe des Aufhängens der Gliedmaßen am Brustkorb übernommen hat und daß die Flugbewegung nicht hervorragend durch die Schulterblatt-, sondern eben durch die Rabenbein- und Brustbeinmuskeln vermittelt wird.

Bei den Straußen und anderen Laufvögeln ist das Schulterblatt noch mehr verkümmert, nur ein schmaler Stab, und verwächst mit dem Rabenbein.

Nirgends ist die Thätigkeit der Vordergliedmaßen eine so ausgesprochene und eigenartige wie bei den Vögeln. Nirgends ist deshalb der Brustgürtel, ist insbesondere das Brustbein und sein Kamm so ausnahmsweise stark entwickelt.

Säuger.

Bei Fledermäusen und bei den Maulwürfen ist ein Brustbeinkamm ausgebildet, aber er ist nicht durch das Episternum, sondern durch das Sternum selbst hergestellt, wodurch die Thätigkeit der Brustmuskeln als Ursache seiner Entstehung um so mehr ans Licht gehoben wird.

Bei den Fledermäusen sind die **Schlüsselbeine**, wie schon bemerkt, außerordentlich lang und kräftig. Das hängt offenbar mit stark

seitlicher Hin- und Herbewegung der Vordergliedmaßen beim Fliegen zusammen, welche, im Gegensatz zu dem Verhalten bei den Vögeln, wieder dadurch bedingt wird, daß die Vordergliedmaßen am Brustkorb nur anhängen. Das Schulterblatt spielt als Aufhängeapparat sowohl wie bei der Bewegung eine große Rolle. Es ist daher breit und kräftig.

Beim Maulwurf dagegen ist das Schulterblatt außerordentlich lang und schmal, ähnlich wie bei den Vögeln, aber mit zwei kräftigen Gräten versehen. Von dem im vollkommenen Gegensatz zu den Fledermäusen verkürzten Schlüsselbein soll alsbald die Rede sein. Der Brustbeinkamm ist sehr hoch. Die Bewegung der Vordergliedmaßen beim Graben hat hier im wesentlichen ähnliche Verhältnisse hervorgerufen wie das Fliegen der Vögel.

Zwei Gräten hat das Schulterblatt, wie schon bemerkt, auch bei anderen stark grabenden Tieren.

Auch ist das Schulterblatt bei den meisten grabenden Säugetieren sehr breit, ebenso bei den schwimmenden: es bildet eine breite Platte insbesondere bei den Walen, Delphinen, auch beim Walroß, den Seehunden und Sirenen.

Ungemein groß ist das Schulterblatt gegenüber dem der übrigen Menschenaffen und des Menschen beim Gorilla.

Zuweilen tritt der neu hinzugewachsene Teil, wie wir schon bei Lurchen sahen, nur knorpelig auf, er verknöchert nicht, verkalkt höchstens. So ist es mit dem Schulterblatt z. B. unseres Rindes, dessen Schaufel nach oben und hinten durch verkalkten Knorpel vergrößert ist, ohne zu verknöchern — Einleitung zu einer Verbreiterung des Knochens, welche bei späteren Nachkommen des Rindes eintreten wird, wenn die Ursachen der Vergrößerung in derselben Weise fortdauern, wie sie jetzt und schon lange wirksam sind.

Ebenso wie der Kamm von Brustbeinen sind die Gräten von Schulterblättern auf Wirkung von Muskelansätzen zurückzuführen. Bei großen grabenden Säugern wie bei *Dasypus gigas*, *Myrmecophaga jubata* und *tamandua*, finden sich zwei starke Schulterblattgräten.

Beim Maulwurf sind, im Zusammenhang mit starker Muskelthätigkeit der Vordergliedmaßen, die Seitenränder des Schulterblattes grätenartig umgebogen. Ebenso ist der untere Schulterblattrand bei Menschenaffen, besonders beim Gorilla, in Beziehung zur gewaltigen Arbeit der Arme grätenartig gewulstet.

Schlüsselbein und Brustbein sind verkümmert, oder ersteres fehlt da, wo die Vordergliedmaßen rückgebildet sind oder wo sie ausschließlich zum Schwimmen dienen. Im letzteren Falle werden auch in dieser Beziehung am Skelett Verhältnisse hergestellt ähnlich denjenigen, welche sich bei den Fischen finden. So fehlen die Schlüsselbeine bei den Cetaceen und Sirenen, während das Brustbein bis auf einen kleinen Rest geschwunden ist: ferner bei Seehund und Wallroß.

Andererseits fehlen die Schlüsselbeine auch bei Landsäugern überall da, wo die Tiere keine nach einwärts gegen den Brustkorb gerichteten

Bewegungen mit den Vordergliedmaßen machen, so bei allen schnelllaufenden Tieren und bei solchen, deren Vordergliedmaßen lediglich die Aufgabe haben, den Körper fest auf den Boden zu stellen: bei den Huftieren, auch beim Elefanten, dann bei einigen Raubtieren (z. B. beim Bären), oder sie sind hier verkümmert, wie bei Hunden, Katzen, Mardern, Hyänen und ebenso beim großen Ameisenbär. Reste finden sich selten noch beim Fuchs. — Beim Maulwurf, welcher, grabend, nach auswärts gerichtete Bewegungen mit den Vordergliedmaßen macht wie eben die schwimmenden Säuger, ist das Schlüsselbein bis auf ein ganz kleines Knöchelchen verkürzt! Die Bewegung beim Graben steht in vollkommenem Gegensatz zu der nach auswärts gerichteten beim Fliegen der Fledermäuse und Vögel. Und so hängt die Verstärkung und Verlängerung der Schlüsselbeine, wie sie z. B. bei den Fledermäusen gegeben ist, mit starker Bewegung der Gliedmaßen gegen den Brustkorb beim Fliegen zusammen: die Verlängerung ist wohl auf dieselbe Weise erfolgt wie z. B. die Entstehung von Läufen — durch in der Längsachse des Knochens erfolgenden Reiz.



Abb. 53. Skelett von *Talpa europaea*.

Der Rabenbeinfortsatz der Fledermäuse ist stark verlängert und bildet einen gegen den Oberarm herüberragenden Haken. Er dient dem Ansatz des M. coraco-brachialis, eines Kopfes des biceps, eines Teiles des pectoralis minor, lauter für die Flugbewegung sehr wichtiger Muskeln, durch deren Wirkung seine Vergrößerung offenbar bedingt ist.

Bei der Gattung *Lepus* verlängert sich das Acromion als Fortsetzung der Schulterblattgräten in einen auffallend langen, dünnen, nach abwärts rechtwinklig zu demselben gestellten Fortsatz, den Processus hamatus. Von ihm entspringt — zugleich vom Acromion — der Musculus

brachii inferior, welcher sich mit dem deltoideus im oberen Drittel des Oberarmbeins ansetzt; ferner der M. abductor brachii superior, wenigstens von seiner Wurzel und vom Acromion, sich ansetzend an die Spina humeri; die Pars superior des M. cucullaris, zugleich vom Acromion, sich ansetzend an die Protuberantia occipitalis externa des Hinterhauptsbeins und das Lig. nuchae; endlich der M. levator scapulae major, neben dem vorigen am Proc. hamatus und an der Spitze des Acromion — Ansatz Synchondrosis spheno-basilaris.



Abb. 51. Skelett von *Cyprinus carpio.*

Brustbein des Karpfens.

Hierher gehört auch eine andere Art von Brustbein, als sie bei den Heringen vorhanden und in dem Abschnitte über Rippen und Gräten behandelt worden ist. Sie ist näher verwandt dem Brustbein der höheren Wirbeltiere und bietet zugleich eine merkwürdige Analogie mit anderen Einrichtungen derselben dar. Der Karpfen hat — und wohl ebenso die übrigen karpfenartigen Fische —, wie wir an einem sorgfältig präparierten Skelett dieses Tieres sehen, ein kräftiges knorpeliges Brustbein, welches vorn durch zwei starke knöcherne Schlüssel- oder Rabenbeine mit dem Schultergürtel in Verbindung steht, während es nach hinten

unmittelbar mit den Knochen des Beckengürtels durch Knorpel zusammenhängt. Knorpel berandet diese Knochen nach außen und an diesen Knorpelrand setzen sich jederseits 5 knorpelige Rippenenden an, an das eigentliche Brustbein außerdem 3 [1]). Im ganzen bilden aber 12 Rippenpaare den geschlossenen Brustkorb. Die 5 hinteren sind rechterseits nach Art der falschen Rippen durch Knorpel verbunden. Die 5 letzten Rippen sind nicht knorpelig verbunden, nehmen am geschlossenen Brustkorb nicht teil.

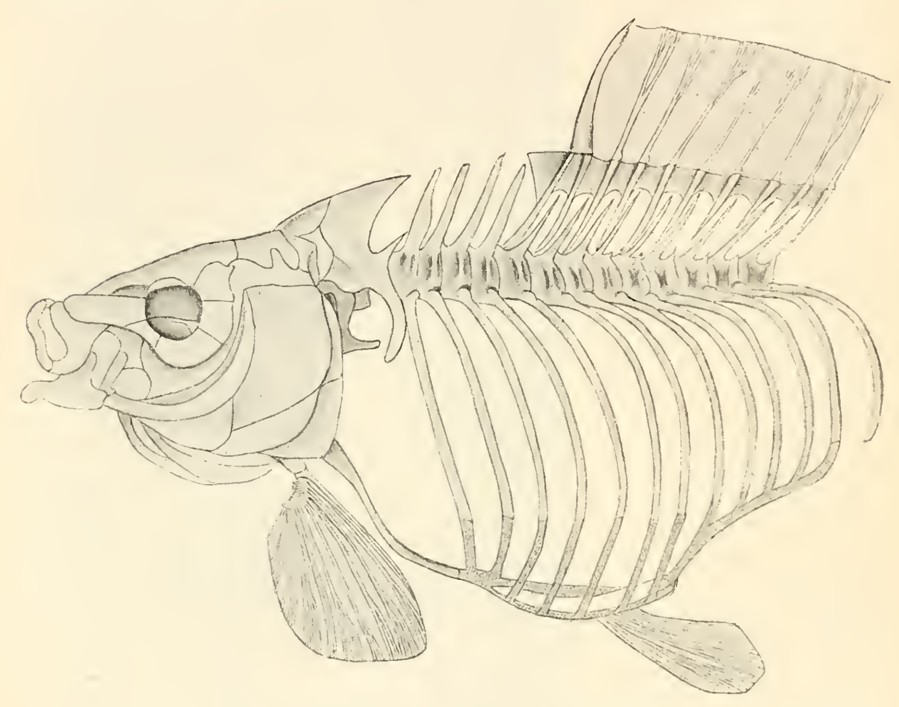


Abb. 55. Brustbein von *Cyprinus carpio* schematisiert.

Es sind also 7 wahre und 5 falsche Rippen vorhanden — an dem mir vorliegenden 45 cm langen Skelett wenigstens auf der rechten Seite, während auf der linken 8 Rippen als wahre bezeichnet werden können.

Möglich, daß bei ganz alten Karpfen weitere Verknöcherungen eintreten, insbesondere das Brustbein verknöchert ist — es stehen mir nur für jetzt solche alte Tiere nicht zu Gebote.

Die vorhin erwähnten langen, vom Brustgürtel zum Brustbein gehenden, als Schlüssel- oder Rabenbeine bezeichneten Knochen setzen sich oberhalb der Angliederung der Brustflossen an den Brustgürtel an. Der über diesem Ansatz gelegene Teil des Brustgürtels würde einem

---

[1]) So ist es links; rechts haben nur 2 Rippen ihren Sitz am eigentlichen Brustbein.

Schulterblatt entsprechen. Faßt man die zwei Knochen als Rabenbeine auf, so wären die unterhalb der Brustflossen gelegenen Teile des Brustgürtels mit Schlüsselbeinen zu vergleichen.

Bei der Entstehung der Rippen, der Gräten und des »Brustbeins« der Heringe und des Karpfens ist Gebrauch bezw. mechanische Wirkung als Ursache ausgeschlossen. Es kann sich in diesen, wie auch in einem Teil der im Folgenden zu erwähnenden neuen Bildungen nur um den Ausdruck allgemein physiologischer (innerer constitutioneller) Ursachen handeln, befördert durch den Nutzen. Bei den Gräten, aber insbesondere dann, wenn sie, wie dies oft der Fall ist, klein und unbedeutend bleiben, muß wohl vom Nutzen abgesehen werden und kommt nur die allgemeine Entwicklungsrichtung in Betracht, welche dahin geht, daß Bindegewebe bei den Wirbeltieren im individuellen wie im phyletischen Alter häufig mit der Übergangsstufe des Knorpels zu Knochen wird. (Bei einem später präparierten Karpfenskelett zeigten sich die Verhältnisse im wesentlichen ebenso.
C. F. und M. v. L.)

Beckengürtel.

Noch viel deutlicher als die Ausbildung des Brustgürtels von derjenigen der Vordergliedmaßen erscheint der Beckengürtel von der Ausbildung und Thätigkeit der Hintergliedmaßen beeinflußt oder vielmehr durch sie gebildet. Am wenigsten ist er entwickelt — abgesehen von den Fischen — bei den niederen im Wasser lebenden Lurchen. Wie seine Ausbildung mit dem Landleben und mit dem festen Stehen auf den Hintergliedmaßen zunimmt, ergiebt sich schon daraus, daß er bei den Lurchen fast überall nur mit einem Wirbel verbunden ist, bei den Kriechtieren mit zweien, bei den Säugern mit 1—7, bei den Vögeln dagegen mit 9—22.

Wo aber in einer Tiergruppe, welche schon einen hoch ausgebildeten Beckengürtel erlangt hatte, die Hintergliedmaßen schwinden, da schwindet auch er wieder. Teils ist er bei solchen Tieren ganz verloren gegangen, teils bis auf Reste.

Die Reste bei Cetaceen und Sirenen sind laut redende Beispiele hierfür, dann die Rückbildung bei Schleichenechsen, das völlige Schwinden bei den Schlangen und Schleichenlurchen.

Aber welche Umbildung des Beckens, welche Verstärkung desselben ist andererseits schon unter den

Lurchen erfolgt bei denjenigen Formen, welche sich hüpfend oder doch durch starke nachschiebende Thätigkeit der Hintergliedmaßen auf dem Lande bewegen — bei Fröschen und Kröten! Das Becken beherrscht hier, indem die hinter ihm gelegenen Wirbel zu einem langen einfachen »Steißbein« verwachsen sind, einen großen Teil der Wirbelsäule dadurch, daß wiederum dieses Steißbein mit der letzteren und mittelbar

mit dem Becken fest verbunden ist. Bei *Bufo* sind die Querfortsätze des Kreuzwirbels zu breiten beilförmigen Fortsätzen, bei *Pipa* zu mächtigen solchen Platten umgebildet, welche mit den Darmbeinen verbunden sind. Hier bei *Pipa* allein nimmt offenbar noch ein zweiter Kreuzwirbel an der Herstellung dieser Platte und somit an der Herstellung des Kreuzbeines teil.

Unter den **Säugern** ist der Beckengürtel — abgesehen von den Gürteltieren, auf welche wir noch zurückkommen — weitaus am festesten bei dem durchaus aufrecht auf den Hintergliedmaßen gehenden Menschen. Diese Festigkeit beruht einmal auf der Stärke des Beckens an sich, sodann auf der Vollkommenheit der Verwachsung der Kreuzwirbel. Die Zahl der Kreuzwirbel ist bei Schimpanse und Orang 5—6, beim Gorilla sogar 6—7, also größer als beim Menschen. Aber die Verwachsung derselben ist unvollkommener und das Becken, auch wenn es wie beim Gorilla größer ist, nicht so kräftig gebaut: die Darmbeine insbesondere sind dünne, fast flache Platten.

In Beziehung auf die Verwachsung der Kreuzwirbel ist zu sagen, daß dieselben an den Skeletten unserer 3 großen erwachsenen Menschenaffen besonders zwischen dem Körper des ersten und zweiten Wirbels nicht vollständig ist. Bei einem alten männlichen Gorilla der Stuttgarter Sammlung sind die 3 ersten Kreuzwirbel nicht ganz verwachsen, bei einem männlichen Orang der erste und zweite und wieder der vierte und fünfte nicht, bei einem anderen alten männlichen Orang der erste und zweite hintere nicht, bei einem männlichen Schimpanse ebenso. Bei unserem (männlichen) Gorilla ist außer 1 und 2 auch 2 und 3 nicht ganz miteinander verwachsen, beim (weiblichen) Orang außer 1 und 2 auch 5 und 6 nicht; beim (weiblichen) Schimpanse sind überall Spuren von Nähten.

Wiedersheim führt über die Verhältnisse beim Menschen Folgendes aus[1]):

Das Becken ist beim Menschen früher weiter hinten gelegen, die Rumpfwirbelsäule länger gewesen.

Rosenberg zeigte, daß sich je der nächst vordere Kreuzwirbel später mit dem Kreuzbeine verbindet, als der nächst hintere: die Verwachsung zum Kreuzbeine fand zuerst hinten statt. Außerdem erkennt man ursprüngliche Beziehungen der 2 vordersten Schwanzwirbel zum Kreuzbein: hinten gliederten sich also Teile vom Kreuzbein ab, während sich vorn neue angliederten.

Nach H. Credner fand bei *Branchiosaurus* ontogenetische Verschiebung des Beckengürtels über 6—7 Wirbel statt, wie Vergleichung junger und alter Stücke lehrt.

Es kommt sogar vor, daß beim Menschen auch noch der erste Lendenwirbel zum Kreuzbein einbezogen wird, und dies ist beim Orang,

---

1) Wiedersheim, a. a. O. S. 28. 29.

Schimpanse und Gorilla der gewöhnliche Zustand — es sind also jetzt nur vier Lendenwirbel vorhanden.

Selten sind umgekehrt beim Menschen wie bei *Hylobates* 6 Lendenwirbel vorhanden.

Auch bei den drei großen Menschenaffen kann sich das Becken um einen Wirbel nach hinten verschieben, beim Schimpanse sogar um zwei.

Dem möchte ich anfügen:

Die Zahl der Kreuzwirbel bei Menschen und Menschenaffen zeigt schon, daß diese Zahl, wenn auch im allgemeinen, so doch nicht in jedem einzelnen Falle allein maßgebend ist für die Wirkungen, welche durch die Thätigkeit der Hintergliedmaßen am Beckengürtel erzielt worden sind.

So ist es auffallend, daß bei den auf den Hintergliedmaßen hüpfenden Kängurus das Becken nur mit einem einzigen Wirbel in Verbindung steht, und daß nur zwei untereinander verwachsen sind, obschon das Becken ungemein kräftig entwickelt ist. Allein es dürfte dies daraus zu erklären sein, daß der Schwanz beim Niederlassen des Tieres auf den Boden einen Teil des Gewichtes des Körpers trägt, und ferner dadurch, daß dieses schwere Gewicht im Gegensatz zu dem leichten Gewicht der Vögel die Möglichkeit einer Gliederung, des Federns, zwischen Rumpf und Becken beim Auftreten des Tieres verlangen wird.

An dem uns vorliegenden Gerippe eines *Dipus jaculus* sind dagegen 4 Kreuzwirbel untereinander verwachsen, an dem eines *Dipus aegyptius* 5. Im ersteren Falle ist der erste und zweite Kreuzwirbel mit dem Becken in unmittelbarer Verbindung, der dritte und vierte durch die vorigen infolge von Verbreiterung und äußerer Verwachsung der Querfortsätze in mittelbarer, der fünfte wiederum mittelbar durch eine zarte, nach rückwärts gerichtete Spange. An dem uns vorliegenden Gerippe von *Dipus aegyptius* sind die Querfortsätze aller 5 Kreuzwirbel außen durch eine feine knöcherne Spange verbunden, welche in jene nach rückwärts gerichtete Spange des fünften sich fortsetzt und sich durch sie wieder an das Becken ansetzt. Zwischen dieser Spange und den Wirbelkörpern liegt eine teilweise verknöchernde bindegewebige Haut. In der ganzen Einrichtung handelt es sich also — und ebenso dürfte es an weniger ausmacerierten und auspräparierten Skeletten von *Dipus jaculus* sein — um eine werdende Verstärkung des Kreuzbeines und eine Verbindung desselben mit dem Becken — wiederum werdende Knochenneubildung. — Übrigens hilft auch bei den Springmäusen der Schwanz ausgiebig den Rumpf tragen: sie stehen gleich den Kängurus mit Hinterbeinen und Schwanz wie auf einem Dreifuß, daher ist bei diesen Tieren der Beckengürtel gleichfalls entsprechend den Hintergliedmaßen stark ausgebildet.

Bei den übrigen Nagern sind gewöhnlich nur 1 bis 2 Kreuzwirbel mit dem Becken in Verbindung, öfter 3 (z. B. Eichhörnchen, Biber) oder 4 (Stachelschwein, Murmeltier, Hase), selten 6 (Ratte) untereinander verwachsen.

Im Folgenden bezeichnet die erste Zahl jeweils die Zahl der mit dem Becken in Verbindung stehenden Wirbel, die zweite die Zahl der unter sich verwachsenen Kreuzwirbel bei den genannten Säugern:

Ornithorhynchus	2	3	
Echidna	4	4	
Känguru	2	2	
Tapir	2	6	
Kamel	2	4	
Stier	2	4—5	
Hirsch	2—3	5	
Pferd	2	5	
Ratte	1	4—6	
Biber	2	3	
Murmeltier	2	4	(Steht viel auf den Hinterbeinen)
Hase	2	4	(Starke Thätigkeit der Hintergliedmaßen beim Laufen)
Hund, Dachs, Fischotter	2	3	
Dachshund	3	4	

Beim Dachshund ist also ein Wirbel mehr mit dem Becken in Verbindung als bei den übrigen Hunden und außerdem ein Wirbel mehr zum Kreuzbein verwachsen, was wohl wieder nur auf die Thätigkeit der Hintergliedmaßen beim Graben (Zurückwerfen der Erde) bezogen werden kann.

Eisbär	3	6
Wallroß	2	4
Fledermäuse	2	3—5
Pteropus mehr als		6

Hier ist wie bei *Dasypus*, *Myrmecophaga*, *Bradypus* das Sitzbein mit der Wirbelsäule verwachsen, das Becken also sehr fest, was nur erklärlich wird, wenn man dieselbe Ursache wie beim Faultier: das Aufhängen des verhältnismäßig schweren Körpers ins Auge faßt. Dagegen wird auffallender Weise für den Vampyr von Meckel nur ein einziger Kreuzwirbel angegeben.

Hundsaffen	2—3	3
Schimpanse	3	5—6
Orang	3	5—6
Gorilla	4	6—7
Mensch	3	5

Im Folgenden geben wir eine Zusammenstellung der Zahl der Wirbel von Säugern überhaupt, in welcher sich auch noch einige vorstehend nicht erwähnte Arten finden.

	Halswirbel	Brustwirbel	Lendenwirbel	Kreuzwirbel	mit dem Becken verbunden	Schwanzwirbel	Zusammen Wirbel	
Ameisenigel (*Echidna*)	7	16	2	4	4	11	40	
Schnabeltier (*Ornithorhynchus*)	7	17	2	3	2	20	49	
Känguru	7	13	6	2	2	21	49	
Walfisch (*Balaenoptera*)	7	11		29			47	
Delphin	7	13		66			86	
Manatus	6	16		28			52	
Hirsch	7	13	6	3	2	11	40	
Rind	7	14	5	5	2	16	47	
Schwein	7	14	5	3	2	mehr als 4		
Pferd	7	18	6	5	2	18	54	
Bradypus cuculliger	10	14	4	7	7	8	43	
Riesengürteltier (*Dasypus gigas*)	7	13	2	12	12	22	56	
Hase	7	12	7	3	2	20	49	
Hund und Katze	7	13	7	3	2	22	52	
Dachs	7	15	5	3	2	16	46	
Vampyr	7	12	4	1	1	0	24	
Fliegender Hund (*Pteropus*)	7	12	5		mehr als	6		
Mandril	7	12	7	3	2	13	42	
Hylobates syndactylus	7	13	5	5	2—2½	2	32	nach 3 Stücken der Stuttgarter Samml.
Orang	7	12	4—5	5—6	3	2—3	30—33	
Schimpanse	7	13	3—4	5—6	3	2—3	30—33	
Gorilla	7	12—13	3—4	6—7	4	2—3	32—34	
Mensch	7	12	5	5	3	4	33	

Daß bei den Säugern meist so wenige Kreuzwirbel mit dem Becken in Verbindung stehen, beruht offenbar auf der Schmalheit der jene Verbindung vermittelnden Darmbeine. Wo die Darmbeine breit sind, wie beim Menschen und bei den Menschenaffen, da ist auch eine ausgedehntere Verbindung zwischen ihnen und dem Kreuzbein möglich und sie ist veranlaßt eben durch die Stellung des Körpers auf den Hintergliedmaßen.

Die Verbreiterung der Darmbeine beim Menschen und bei den anthropomorphen Affen aber hängt nach Cope's Ansicht ebenfalls mit der aufrechten Stellung zusammen, mit dem Gewicht der Eingeweide, welches dieselben zu tragen haben.

Cope sucht die Gestalt der Darmbeine beim Menschen auf den Druck der Eingeweide infolge der Stellung derselben zurückzuführen. Wieders-

HEIM kommt auf dieselbe Erklärung [1]). Zugleich hebt dieser hervor, daß in der ganzen Wirbeltierreihe eine so große Geschlechtsverschiedenheit des Beckens nicht vorkomme wie beim Menschen: die Darmbeinschaufeln erfahren beim Weibe, gegenüber dem Manne, infolge des Druckes des Fötus auf denselben, eine außerordentliche tellerartige Verbreiterung [2]). Diese geschlechtliche Verschiedenheit sei bei den niederen Menschenrassen viel weniger ausgesprochen, als bei den höheren, auch ist die Verbreiterung überhaupt in der fötalen Zeit nicht so groß wie später, sie ist bei den höheren Menschenrassen fötal ähnlicher den niederen und den Affen.

Eine ausnahmsweise große Ausbildung hat der Beckengürtel bei den Gürteltieren gewonnen. Bei *Dasypus novemcinctus* sind 9, bei *D. gigas* gar 12 Wirbel zu einem Kreuzbein verwachsen, welches wiederum mit einem ungemein festen Becken verbunden ist. Es entsteht so ein gewaltiger helmartiger, auch durch ungewöhnliche Dicke ausgezeichneter Beckenpanzer. Die Darmfortsätze der Kreuzwirbel sind beim Riesengürteltier wie alle übrigen Teile des Beckengürtels fest untereinander zu einem Kamme verschmolzen, der oben wiederum mit dem Hautpanzer fest verbunden ist. Die Entstehung dieses mächtigen Beckens beruht offenbar mit auf der festen Verbindung mit der Haut, indem durch sie am hinteren Körperteil ein unbeweglicher Knochenpanzer durch Haut und Skelett hergestellt wird, ähnlich dem der Schildkröten, nur daß dieser den ganzen Rumpf bedeckt. Andererseits ist es die Thätigkeit der Hintergliedmaßen, welche bei jener Entstehung maßgebend gewesen sein muß. Die mächtigen Knochengräten an den Schenkelknochen und die ungewöhnliche Stärke der letzteren weisen schon darauf hin, daß sie mit zum Graben dienen.



Abb. 56. Becken von *Dasypus gigas*.

An der Herstellung des so eigenartigen Beckengürtels der Gürteltiere nimmt übrigens das Sitzbein durch mächtige Entwicklung und durch Verwachsung mit Kreuzwirbeln hervorragenden Anteil.

Auch beim Ameisenbär ist das Becken stark entwickelt, vorzugsweise aber durch Ausbildung der Darmbeine, welche hier eine erhebliche Breite erlangen, schaufelförmig geworden sind. Fünf Wirbel sind

---

1) WIEDERSHEIM, a. a. O. S. 32.

2) a. a. O. S. 66.

beim großen Ameisenbär (*Myrmecophaga jubata*) zu einem Kreuzbein verwachsen, ein sechster verbindet sich noch mit dem Sitzbein, vier der ersteren bilden durch Verwachsung der Darmfortsätze einen Kamm, welcher oben, besonders nach hinten, verbreitert, wie abgesägt aussieht. Auch hier tritt also das Sitzbein nach oben mit Wirbeln in Verbindung und zwar mit zweien, aber nicht in feste. Beim Riesengürteltier dagegen geschieht dieselbe Verbindung mit fünf Wirbeln und ist durchaus nahtlos. Die Ausbildung des Beckengürtels von *Myrmecophaga* ist bedeutend gegenüber jener der meisten Säuger, hält aber keinen Vergleich aus mit dem der Gürteltiere. Als Ursache der Ausbildung kommt auch hier wohl starke Thätigkeit der Hintergliedmaßen beim Graben in Betracht.

Kräftig ist der Beckengürtel, aber nur in seinem oberen Teile, in seiner Verbindung mit dem Kreuzbein, bei den Faultieren.

Hier sind bei *Bradypus didactylus* z. B. sieben Kreuzwirbel vorhanden, von welchen sich die vier vorderen mit dem Darmbein, die zwei hinteren mit dem Sitzbein verbinden, aber nur durch Vermittlung von Nähten.

Dabei muß das Aufhängen des verhältnismäßig schweren Körpers an den Hintergliedmaßen als Ursache der hervorragenden Ausbildung des Beckengürtels angesehen werden.

Sehr auffallend ist bei den Faultieren der vollständige Schwund der Dornfortsätze und aller Muskelfortsätze an allen hinteren Wirbeln: an den hinteren Brust-, den Lenden- und den Kreuzbeinwirbeln; ebenso das Zurücktreten der Gelenk- und Querfortsätze.

Auch dies muß mit der eigentümlichen Bewegung der Faultiere und mit ihrer Körperhaltung in Beziehung stehen, besonders damit, daß der Rücken beim Aufhängen zuerst nach unten gekehrt ist und daß deshalb die Rückenseite der Wirbel nicht mehr die Muskelkraft zu verwenden hat, welche sie sonst durch Verbindung der Wirbel untereinander und durch Verbindung von Wirbeln und Rippen verwenden muß. Vor allem aber werden die langsamen Bewegungen der Faultiere zu dieser Umbildung geführt haben.

Die lautredendsten Beweise für die Umbildung bezw. Verstärkung des Beckengürtels durch erhöhte Thätigkeit der Hintergliedmaßen liefern

die **Vögel**. Hier ist nicht nur allgemein eine große Zahl von Kreuzwirbeln vorhanden (8—22, die letztere Zahl beim afrikanischen Strauß), indem das Kreuzbein die Lendenwirbel in sich aufnimmt — es gehen sogar noch Brustwirbel die Verbindung mit dem Becken ein und zwar meist einer oder zwei, bei den Schwimmvögeln aber drei bis vier. So kommt es, daß die Gesammtzahl der mit dem Becken in Verbindung stehenden Wirbel 10—20 (Schwan), ja 22 (afrikanischer Strauß) beträgt.

Die folgende Zusammenstellung ergiebt das Nähere für die verschiedenen Ordnungen der Vögel. Da wo Fragezeichen stehen, sind die Zahlen an den Gerippen der Tübinger Sammlung wegen der starken Verwachsung nicht genau festzustellen.

Schwimmvögel.

	Halswirbel	Brustwirbel	davon ins Becken einbezogen	Kreuzwirbel	zusammen Beckenwirbel	Schwanzwirbel	zusammen Wirbel
Schwan	24	10	4	16	20	7	57
»	24	10	4	15	19	8	57
»	23	10	4	15	19	8	56
Graugans	17	8	3	14	17	7	46
Hausgans	16	8	3	12	15	8	44
Wilde Gans	17	9	4	14	18	7	47
Gans?	18	8	4	14	18	6	46
Saatgans	19	9	4	13	17	7	48
weißstirnige Gans	19	9	4	14	18	7	49
Ringelgans	19	9	4	13	17	7	48
Anas boschas	16	8	3	13	16	7	44
» *domestica*	16	8	3	14	17	7	45
» *acuta*	18	8	3	13	16	7	46
» »	17	9	4	13	17	7	46
» *crecca*	15	9	3	12	15	7	43
» *clypeata*	15	9	4	10	14	7	41
» *strepera*	16	8	3	13	16	8	45
» *tadorna*	16	8	3	12	15	7	43
» *moschata*	16	7	4	12	16	8	43
» »	16	9	4	13	17	7	44
» *formosa*	15	9(?)	3	14	17	7	45
» »	15	9	4	?	?	6	?
» *nyroca*	16	8	3	13	16	7	44
» *ferina*	16	9	3	14	17	7	46
» *clangula*	16	9	3	14	17	7	46
» *sponsa*	14	8	3	13	16	7	42
Anas?	16	9	4	14	18	7	46
Mergus merganser	15	9	3	14	17	7	45
Podiceps cristatus	20	9	3	?	?	8	?
» spec.	18	9	3	?	?	7	?
Colymbus major	14	8	3	?	?	7	?
» *septentrionalis*	14	8	2	?	?	6	?
Aptenodytes demersus	14	8	2	14	16	6	42
Uria alle	14	9	2	12	14	7	42
Carbo graculus	18	7	2	14	16	6	45
» *cormoranus*	18	7	2	14	16	6	45

Stelzvögel.

	Halswirbel	Brustwirbel	davon ins Becken einbezogen	Kreuzwirbel	zusammen Beckenwirbel	Schwanzwirbel	zusammen Wirbel
weißer Storch	16	6	2	14	16	7	43
schwarzer Storch	16	6	2	14	16	6	42
Marabu	16	6	2	12	14	7	41
grauer Reiher	18	6	1	11	12	7	42
Kranich	19	8	3	14	17	7	48
Flamingo	18	6	1	12	13	8	44
Kiebitz	14	8	2	12	14	7	41
Goldregenpfeifer	14	9	3	11	14	7	41
Kampfhahn	15	9	3	12	15	9	45
Säbelschnäbler	15	7	2	11	13	8	41
Waldschnepfe	14	8	3	14	17	7	43
Bläßhuhn	14	9	2	12	14	8	43
»	14	9	2	13	15	8	44
Wachtelkönig	14	8	1	?	?	7	?
Wasserralle	14	9	1	11	12	7	41
Laufvögel.							
Strauß (afrikanischer)	20	7	1	18	19	10	55
» »	18	8	2	20	22	9	55
» (neuholländischer: *Dromaeus novae Hollandiae*)	18	9	1	17	18	8	55
Hühnervögel.							
Haushuhn	14	7	2	14	16	6	41
Fasan nach Cuvier	14	7	?	14	?	6	41
Pfau	14	8	2	12	14	6	40
»	14	7	1	12	13	6	39
Tauben.							
Ringeltaube	13	6	2	11	13	6	36
Feldtaube	13	6	2	12	14	7	38
»	13	6	1	12	13	7	38
Lachtaube	14	6	2	11	13	6	37

Sperlingsvögel.

	Halswirbel	Brustwirbel	davon ins Becken einbezogen	Kreuzwirbel	zusammen Beckenwirbel	Schwanzwirbel	zusammen Wirbel
Wachholderdrossel	13	7	2	11	13	6	37
Amsel	13	7	2	11	13	7	38
Pirol	12	7	2	9	11	6	34
Wasseramsel	13	7	2	9	11	7	36
Gartengrasmücke	13	7	2	7	9	7	34
graue Grasmücke	13	7	2	8	10	7	35
Mönchsgrasmücke	13	7	1	8	9	7	35
Gartenlaubvogel	13	7	1	9	10	7	36
Nachtigall	13	7	1	9	10	7	36
»	13	7	1	9	10	7	36
Rothkehlchen	13	7	2	8 (?)	10	7	35 (?)
weiße Bachstelze	13	7	1	9	10	7	36
Rabenkrähe	13	7	2	9	11	6	35
»	13	7	2	9	11	7	36
»	13	7	2	8	10	7	35
»	13	7	1	9	10	7	36
Saatkrähe	13	7	1	9	10	7	36
Rabe	13	7	2	9	11	7	36

Klettervögel.

	Halswirbel	Brustwirbel	davon ins Becken einbezogen	Kreuzwirbel	zusammen Beckenwirbel	Schwanzwirbel	zusammen Wirbel
Schwarzspecht	13	7	2	8	10	7	35
Grünspecht ♀	13	7	2	9	11	6	35
» ♂	13	7	2	8	10	5	33
Grauspecht	13	7	2	9	11	6	35
Großer Buntspecht	13	7	2	8(?)	10(?)	6	34(?)
Picus auratus	13	7	2	9	11	6	35
Wendehals	13	7	2	10	12	5	35
Kuckuck	13	6	1	8	9	7	34
Psittacus crithacus	13	7	2	12	14	6	38
» »	13	7	3	12	15	6	38
» *aestivus*	13	7	2	11	13	6	37
» *macao*	13	7	3	10	13	6 (?)	36(?)

Raubvögel.

	Halswirbel	Brustwirbel	davon ins Becken einbezogen	Kreuzwirbel	zusammen Beckenwirbel	Schwanzwirbel	zusammen Wirbel
Kondor	15	8	3	11	14	7	41
Aasgeier (*Percnopt. jota*)	14	7	2	13	15	7	41
Geier nach Cuvier	13	7	—	11	—	7	38
Haliaëtos blagrus	13	7	3	11	14	7	38
Steinadler	14	8	2	11	13	7 (8?)	40
»	13	8	2	11	13	7	39
Adler nach Cuvier	13	8	?	11	?	8	40
Bussard	13	7	2	13	15	7	40
»	13	7	2	11 (?)	13	7	38 ?
»	13	7	2	12	14	7	39
Buteo jacal	13	8	2	12	14	7	40
Balbusard (Seefalk) n. Cuvier	14	8	?	11	?	7	40
Habicht	13	7	2	11	13	7	38
Sperber	14	7	2	12	14	7	40
»	14	7	2	12	14	7	40
Eperrier Sperber(?) n. Cuvier	11	8	?	11	?	8	38
Uhu	13	7	2	13	15	7	40
»	13	7	2	?	?	7	?
Waldohreule	12 (?)	7	2	11	13	7	37?
Waldkauz	13	7	2	11	13	7	38
Steinkauz	13	7	3	11	14	7	38
Schleiereule	13	7	1	12	13	7	39

Hier mag angefügt werden, daß *Archaeopteryx* etwa 6 Kreuzwirbel hat, die Flugechsen (Pterosaurier) 3—6, *Proterosaurus* 2—3, im Gegensatz zu den gewöhnlichen Reptilien mit je 2. Der schwimmende *Plesiosaurus* hatte deren ebenfalls nur 2, *Ichthyosaurus* gar keine.

Die geringste Einbeziehung von Wirbeln in den Beckengürtel zeigen demnach die Sperlingsvögel, besonders die kleinen zarten Singvögel, wie die Grasmücken, und dann der Kuckuck und die Spechte. Das letztere ist unerwartet, weil man dem Klettern gerade einen großen Einfluß auf die Befestigung des Beckengürtels von vornherein wird zuschreiben wollen. Aber bei diesem Klettern hilft der Schwanz sehr nach, wie er beim Känguru zum Aufstellen des Körpers nach dem Hüpfen dient. Und dann stehen die Spechte sehr wenig auf den Beinen.

Genauere Kenntnis der Art des Gebrauchs der Hintergliedmaßen beim Klettern würde wohl noch vollkommenere Erklärung geben.

Die größten Zahlen, welche Verstärkung des Beckengürtels durch Verwachsung von Wirbeln zu Kreuz- und Beckenwirbeln bekunden, bieten die Strauße und die großen schweren Schwimm- und Stelzvögel.

Unter den Schwimmvögeln gehen voran Schwäne und Gänse. Der

Fettaucher (*Aptenodytes demersus*) hat zwar noch 16 Beckenwirbel, aber Kreuzbein und Becken sind bei ihm, wie früher schon bemerkt, nicht mehr fest miteinander verwachsen wie bei den anderen Vögeln. Ich will auf den so augenfällig mit der Thätigkeit der Hintergliedmaßen, mit dem festen Auftreten zusammenhängenden Bau des Vogelbeckens nicht ausführlich eingehen, aber doch einiges Wesentliche hervorheben.

Die Verbindung des Beckens mit dem Kreuzbein besorgt unmittelbar das Darmbein, Sitz- und Schambein sind wieder untereinander und meist ist ersteres wieder mit dem Darmbein verwachsen, so daß eine mittelbare Verbindung zwischen Sitz- und Kreuzbein besteht, was an die Verbindung von Sitz- und Kreuzbein bei Edentaten erinnert — nur ist diese eine unmittelbare.

Dieser Beckengürtel der Vögel ist ein Wunderbau von Festigkeit und Leichtigkeit zugleich, besonders da, wo er seine höchste Ausbildung erreicht hat, bei den Straußen. Hier (beim afrikanischen Strauß) fehlt jene Verbindung von Sitz- und Darmbein und es kommt für die Stütze der Hintergliedmaßen nur das Darmbein mit dem Kreuzbein in Betracht. Diese bilden zusammen ein Gerüst, welches seinem Ursprung nach mit dem aus Wirbeln zusammengesetzten Schädel vergleichbar ist.

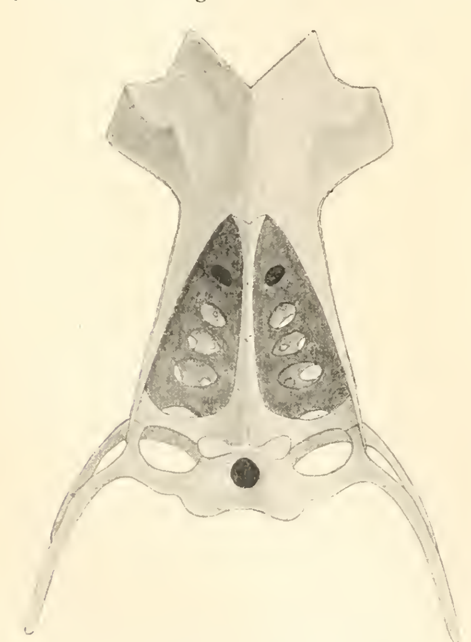


Abb. 57. Becken von *Struthio camelus.*

Die Körper der Kreuzbeinwirbel, der Lendenwirbel und der zwei hintersten Brustwirbel, welche alle in Verbindung mit dem Becken getreten sind, sind mit Ausnahme des hintersten, welcher an dem mir vorliegenden Gerippe des afrikanischen Strauß noch eine Naht zeigt, vollkommen verwachsen. Ihre seitlich aufstrebenden Querfortsätze und die Dornfortsätze tragen ein vorn und hinten geschlossenes, in der Mitte zu den Seiten der Dornfortsätze, also neben dem First, offenes Giebeldach, hergestellt von den Darmbeinen. In der Gegend der Pfanne, da wo die größte Tragkraft nötig ist, sind die schräg aufwärts strebenden, durch die Querfortsätze hergestellten Strebepfeiler doppelt.

Nach denselben mechanischen Gesichtspunkten ist auch das Becken der übrigen Vögel gebaut.

Bemerkt mag aber noch werden, daß fast überall etwas vor der

Höhe der Pfanne die Kreuzwirbelsäule sehr verstärkt ist durch erhebliche Verdickung, besonders in die Breite. Hier sind auch die stützenden Pfeiler, welche quer und schief aufwärts stehen, doppelt, ebenso weiter hinten in der Höhe der Pfanne und hinter derselben.

Am stärksten verwachsen sind die Teile des Beckengürtels, außer bei den Laufvögeln, bei den Raubvögeln, bei Hühnervögeln (z. B. dem Auerhahn), bei Wasserhühnern (*Fulica atra*, *Gallinula chloropus*), dann bei Stelzvögeln (z. B. Reiher), auch bei manchen Sperlingsvögeln (*Corvinae*), endlich bei *Cygnus* und *Anser*.

Die starke Verwachsung der Kreuzwirbel bei den Vögeln aber zu einem einheitlichen Ganzen unter sich und mit dem Becken, besonders der merkwürdige Bau des Straußenbeckens, fordert heraus zu einer Vergleichung der Verwachsung von Wirbeln und benachbarten Knochen (Deckknochen) zum Schädel.

Die Sitzbeinhöcker der Affen.

Hier will ich eine Eigenschaft anschließen, welche eigentlich an den Schluß dieser vergleichend-physiologischen Betrachtung des Skelettes gestellt werden sollte, deshalb, weil sie der hier vertretenen und, wie ich hoffe, voll und ganz bewiesenen Ansicht, daß während des Lebens erworbene Eigenschaften sich auf die Nachkommen vererben, ein kräftiges Siegel aufzudrücken vermag.

Die Sitzbeinhöcker der Affen der alten Welt sind in einer eigentümlichen Weise von hinten her platt gedrückt, oft zu einer flachen, dicken, allseitig überragenden Endplatte verbreitert und zuweilen vor der Endplatte durch Verlängerung der Vereinigung von oberem und unterem Sitzbeinast nicht unerheblich verlängert, so daß die Gestalt eines Petschaftes entsteht. Am meisten ausgebildet ist diese bekannte Einrichtung bei den Hundsaffen, Pavianen, *Cynocephalus*, auch bei *Inuus ecaudatus*. Nur bei den drei großen Menschenaffen fehlen diese Petschaft- oder Siegelstöcke ganz und es bleiben, wie beim Menschen, nur noch die rauhen Sitzbeinhöcker. Beim Gorilla sind die Sitzbeinhöcker zwar stark platt, aber nicht mit überragendem Rande wie bei den übrigen Affen der alten Welt einschließlich *Hylobates*, wo sie ziemlich stark ausgebildet sind. Auch bei den Neuweltsaffen fehlen sie und nur zuweilen sind die Sitzbeinhöcker etwas stärker abgeplattet.

Es hängt die Herstellung dieser Siegelstöcke auf das Deutlichste mit dem Sitzen der Affen zusammen: sie ist am stärksten ausgebildet bei denjenigen, welche am meisten hocken und welche wohl im Zusammenhang damit auch die am meisten ausgebildeten Gesäßschwielen haben.

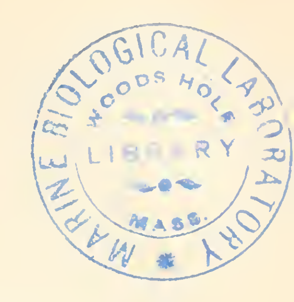
Sie müssen wiederum, und zwar bei den Vorfahren der jetzt lebenden Affen, entstanden sein, so lange als die Knochen noch bildsam waren, und sie müssen sich dann bei den Nachkommen immer mehr ausgebildet, und verstärkt immer wieder vererbt haben.

Ich gebe von diesen petschaftartigen Sitzbeinhöckern eine bildliche Ansicht und zwar a posteriori und bemerke nur noch, daß offenbar auch die Entstehung der Verstärkung, bezw. Verlängerung der beiden Sitzbein-



Abb. 58. Sitzbeinhöcker von *Inuus caudatus*.

äste, welche bei den mit starkem Petschaft versehenen Affen schon von der Gelenkpfanne des Oberschenkels an beginnt und welche z. B. gegenüber den beim Menschen vorhandenen Verhältnissen sehr auffallend ist, durch mechanische Thätigkeit des Sitzbeins erklärt werden muß.



Entstehung anderer neuer Knochen.

Sesambeine.

Neue Knochen sind bei den Säugern alle sogenannten Sesambeine, zunächst alle in die Sehnen von Beugemuskeln an Vorder- und Hintergliedmaßen oder in andere Sehnen eingefügten Knochen.

Es gehört hierher die in die Sehne des großen Streckers des Unterschenkels eingefügte Kniescheibe (Patella). Unter den Vögeln haben die Strauße eine doppelte Kniescheibe.

Bei *Pipa surinamensis* findet sich, worauf mich Dr. Fickert aufmerksam macht und wie Abbildung 46 zeigt, an den Vordergliedmaßen ein patellaähnlicher Knochen, was durch die Stellung von Ober- und Vorderarm erklärt werden dürfte, indem dieselben einen nach innen offenen Winkel bilden, so daß das untere Ende des Musculus triceps, in dessen Sehnenansatz sich jenes Knöchelchen — obschon es mehr auf der radialen Seite gelegen ist — wahrscheinlich befindet (wir können nur nach einem getrockneten Skelett urteilen), stets sehr gespannt sein wird. Möglich indessen, daß das patellaähnliche Knöchelchen das abgespaltene Olecranon ist.

Der Annahme einer Art von Kniescheibenbildung würde die Thatsache entsprechen, daß bei *Pipa surinamensis* auch das untere Ende der Achillessehne, oberhalb des Ansatzes am Fersenbein, zu einem Sesambein verknöchert ist, welches sich hinten am Fußgelenk wie eine Patella verhält (vergl. die Abbildung). Als ein ursprüngliches Sesambein wird bekanntlich auch das Os pisiforme aufgefaßt. Neuerdings erklärt Bardeleben dasselbe für den Rest eines sechsten Fingerstrahls. Er führt als Beweis dafür an, daß es bei *Bathyergus maritimus* aus zwei hintereinander gelegenen Knochen besteht[1], wie auch bei *Theriodesmus phylarchus*, welcher eine Zwischenform zwischen Reptilien und Säugern sein soll (aus der südafrikanischen Trias), ein aus wenigstens zwei Knochen bestehender Präpollex angegeben wird[2]. In die Sehnen eingeschlossene

---

[1] K. Bardeleben in: Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft zu Berlin. Jena, G. Fischer 1889. F. 106 ff.

[2] Seeley, Philosophical Transactions R. Soc. 1888. Vergl. übrigens das später über ein sog. doppeltes Os pisiforme Gesagte.

Sesambeine kommen bekanntlich zahlreich an den Gliedmaßen der Säuger vor, nicht nur unter den Zehen und unter und hinter den Mittelfußknochen, sondern zuweilen auch in der Kniekehle, bezw. auf den Condylen, in den Enden vom Gastrocnemius und Soleus.

In anderen Fällen liegen die Sesambeine unter den Sehnen, welche dann in Rinnen derselben gleiten.

Überall liegt es nach Maßgabe der mechanischen Verhältnisse auf der Hand, daß die Sesambeine durch mechanischen Reiz entstanden sein müssen. Zuweilen kommen sie deshalb auch nur ausnahmsweise oder wohl im höheren Alter vor.

Auch in der Kniekehle liegen sie stets so, daß Reibung an den Condylen als Ursache erkannt wird oder doch starke Sehnenstreckung.

W. Gruber erklärt das Sesambein des äußeren Ansatzes vom Musc. gastrocnemius beim Menschen nicht als durch Reibung entstanden.

Da die mechanischen Ursachen der Entstehung der Sesambeine überall so klar zu Tage liegen, so ist es unverständlich, wie ein neuerer Untersucher sie gar als rudimentäre Skelettteile ansehen kann[1]. Von welchen Knochen sollen sie denn Reste sein? Es wäre nötig, den Sesambeinen zu Liebe ein besonderes Urskelett zu erdenken. — Pfitzner thut dies in der That, indem er die Gliedmaßen von einer Knorpelplatte ableiten will, welche eine größere Anzahl relativ ungeordneter Knorpelstückchen indifferenter Form einschließt (S. 538). Wir fühlen uns außer Stande, diesem Gedankengang zu folgen.

Die von mir vertretenen Ursachen der Entstehung der Sesambeine sind in einer kürzlich erschienenen, bei mir gearbeiteten Dissertation von Chr. Vogt enthalten[2]. Von Sesambeinen in der Kniekehle der Springmäuse, welche Vogt beschreibt, sagt er, daß das eine im M. gastrocnemius genau über dem Condylus externus und in dem Teil des M. plantaris liegt, welcher ebenfalls noch mit dem äußeren Condylus in innige Berührung kommt, das andere im M. gastrocnemius genau in dem Teil, welcher den Condylus internus berührt. Auf der dem Kniegelenk zugekehrten Fläche, mit welcher die Ossa sesamoidea articulieren, zeigen dieselben einen knorpeligen Überzug, den auch Gruber bei den von ihm untersuchten Tieren mit Ausnahme von *Gulo vittatus* angiebt.

Auch bei der Katze und beim Löwen findet Vogt für die in den Gastrocnemiusköpfen in der Kniekehle gelegenen Sesambeine dieselben mechanischen Ursachen der Entstehung.

Bei *Hylobates* und bei einem Schimpanse fand Vogt keine Kniekehlensesambeine, bei einem anderen Schimpanse aber traf er im lateralen Gastrocnemiuskopf einer Gliedmaße eine kleine knorpelige Einlagerung.

---

[1] W. Pfitzner in: Morpholog. Arbeiten von G. Schwalbe, 1892. Sehr merkwürdig ist auch die Behauptung von Pf., daß Sesambeine nie in Sehnen liegen.

[2] Chr. Vogt, Über die Verknöcherung des Hohlhandbandes und über andere Sesambeine der Säuger nebst Bemerkungen über Gliedmaßenmuskeln derselben. Inaug.-Diss. Tübingen 1894.

Das Fehlen von Verknöcherungen bei diesen Tieren wird damit in Beziehung gebracht, daß der Kniekehlenwinkel derselben beim Gehen beständig mehr geöffnet ist, daß daselbst keine so kräftigen Streckungen stattfinden wie bei anderen Tieren.

Ich möchte in Bezug auf die mechanischen Ursachen der Entstehung als bemerkenswert hervorheben, daß sich jenes knorpelige Sesambein beim Schimpanse über dem äußeren Condylus findet, wo ein Sesambein auch beim Menschen vorkommt.

Beim Igel fehlen nach Vogt Kniekehlensesambeine, was, wie hervorgehoben wird, wiederum mit dem Gange des Tieres in Beziehung zu bringen ist: keine energischen Bewegungen, keine starke Streckung der Hinterbeine.

Dagegen sind sie, wie ich hervorheben möchte und wie schon Krause hervorhebt, an den Kniekehlen bei Hasen und Kaninchen vorhanden, was durch die Gangart dieser Tiere sehr erklärlich ist.

Den großen Sehnenknochen in der Handfläche von *Dasypus* beschrieb schon Rapp[1]). Er erscheint als eine Verknöcherung der Sehne des M. flexor digitorum profundus. Ein ebensolcher liegt an der Fußsohle als Verknöcherung der Sehne des M. flexor digitorum pedis profundus. Vogt findet ihn an einem jungen Tier noch knorpelig, wie auch Sesambeine der Kniekehle, welche am erwachsenen Tiere knöchern sind, an jüngeren nach dem Mitgeteilten knorpelig sein können, zu einer Zeit, da das übrige Knochenskelett schon ausgebildet ist. Dies weist auf ein verschiedenes Alter der Sesambeine gegenüber den anderen Skelettknochen hin. Es beweist allerdings allein nicht ihre spätere Entstehung, denn auch manche in Rückbildung begriffene Knochen bleiben lange knorpelig, z. B. die Schwanzwirbel des Menschen.

Auch an der Sohle der Vordergliedmaßen von *Dasypus* findet sich ein, wenn auch kleinerer, Nebenknochen als Verknöcherung der Sehne des M. flexor digitorum profundus. In der Hand entsteht der Knorpel an der Grenze von Sehne und Muskel.

Die ungeheure Arbeit der Finger- und Zehenbeuger dieser Tiere beim Scharren erklärt deren Verknöcherung, ebenso wie die ungeheure Ausbildung einzelner Phalangen bezw. Scharrkrallen.

Überall haben wir — von den Umbildungen der Gliedmaßenknochen, welche mit der Thätigkeit beim Scharren in Beziehung stehen, ist schon gesprochen worden — hier zahlreiche untereinander zusammenhängende Veränderungen, neue Eigenschaften verschiedener Teile durch dieselbe Thätigkeit erworben und zusammen vererbt.

Die beim Maulwurf nicht minder merkwürdigen, mit dem Scharren zusammenhängenden Verhältnisse sind schon besprochen worden. Nur sei hier noch bemerkt, daß Vogt an der beim Scharren so außerordentlich thätigen Hand des Maulwurfs an der Rückenfläche Nebenknöchelchen erwähnt, welche mit ihrer Unterfläche mehr oder weniger

[1]) W. Rapp, Anatomische Untersuchungen über die Edentaten, Tübingen 1852 S. 43.

verwachsen und am Metacarpophalangealgelenk und an den ersten Interphalangealgelenken der Strecksehnen der Hand teils als Ansatz-, teils als Gleitstellen dienen, indem die Sehnen teilweise um sie herumgehen. An der Vorderfläche aber finden sich Sesambeine in den Metacarpophalangealgelenken.

An der Sohlenfläche des Mittelfußes in der Nähe des Fußgelenkes beschreibt Vogt bei den Springmäusen zwei Sesambeine, und zwar da, wo die Tiere auftreten. Gerade auf diesem Teile sitzt die Springmaus fast ausschließlich, und wird dadurch die Entstehung der Sesambeine erklärt.

Außerdem erwähnt Vogt am Fuß der Springmäuse noch ein Sesambein: das distale Ringband für die Sehne des M. extensor digitorum pedis longus, welches auf der oralen Fläche des Tarsalgelenkes seine Lage hat, ist teilweise in Knochen umgewandelt. Und zwar entspricht die Verknöcherung genau dem Verlauf der Sehne des erwähnten Muskels unter dem Bande. Es hat also hier, sagt Vogt, wieder der Einfluß eines örtlich beschränkten Reizes die Verknöcherung bewirkt. — Hier sei auch ein sehr auffallender achter Fußwurzelknochen an der inneren Seite der Fußwurzel von *Myrmecophaga* hervorgehoben, welchen schon Rapp[1]) erwähnt. Rapp sagt, daß derselbe sich mit dem Kahnbein verbindet und »bei *Myrmecophaga didactyla* als ein breiter, fast schaufelförmiger großer Knochen nach innen und hinten hervorragt, wodurch die Fußsohle sehr breit wird. Bei den beiden anderen Ameisenfressern ist dieser Knochen viel kleiner«. An einem in der Tübinger Sammlung befindlichen, unter Rapp aufgestellten Skelett von *Myrm. didactyla* fem. ist der fragliche Knochen 8 mm lang, stabartig, 2 mm dick, unten auf 4 mm schaufelähnlich verbreitert und nach unten, innen und hinten gerichtet, fast wie ein sehr langer innerer Calcaneus sich ausnehmend.

Wir wollen gleich hier noch eine andere Beobachtung Vogt's bei der Springmaus erwähnen: »auf dem Tuber calcanei sitzt eine bis zu 9 mm lange, stielrunde Verknöcherung, welche dem Unterschenkelbein parallel läuft und Gestalt und Stärke der Achillessehne besitzt. Diese Verknöcherung sitzt am Skelett fast unbeweglich«. Sie ist eine Verknöcherung der Achillessehne.

Es ist klar, daß es sich bei diesen Sehnenverknöcherungen als Ursache der Verknöcherung um Zug, um starke Streckung handelt, wie auch bei den Verknöcherungen des Hohlhandbandes. Da wo Sehnen über Sesambeine hingleiten, muß es sich um Reibung als Ursache handeln. Bei in Sehnen eingeschlossenen sesambeinartigen Verknöcherungen werden beide Ursachen in Betracht kommen, so wahrscheinlich auch bei den großen Nebenknochen an Hand- und Fußsohle von *Dasypus*.

Zu den Sesambeinen ist, wie hier noch bemerkt werden mag, auch das Os humero-scapulare vieler Vögel zu rechnen (Raubvögel, *Passeres*, *Picus* u. a., es fehlt aber z. B. den Hühnern und Tauben). Dieser kleine Knochen liegt in der Kapsel des Humero-scapulargelenks, ist eine Ver-

[1]) Rapp, a. a. O. S. 45.

knöcherung eines Teils desselben, häufig auch von Knorpel umgeben und dient über ihn weggleitenden Muskeln zur Unterlage, der Gelenkkapsel zur Festigkeit[1]).

Knochen des Hohlhandbandes.

K. v. Bardeleben beschreibt[2]) bei dem südafrikanischen Springhasen, *Pedetes capensis*, einen aus »zwei stattlichen Knochen« bestehenden Praepollex, der einen wirklichen, von den übrigen fünf getrennten, mit einem breiten Nagel versehenen sechsten Finger darstelle.

Ich bedaure, dieser Auffassung entgegentreten zu müssen. Von einem Nagel an der betreffenden Stelle kann keine Rede sein: es handelt sich nur um eine haarlose Hautschwiele. Derartige Schwielen kommen besonders ausgeprägt an derselben Stelle auch bei anderen Nagern vor, besonders bei denen, welche ihre Vordergliedmaßen als Hände gebrauchen, wie z. B. bei Eichhörnchen, Schläfern, Springmäusen. Beim Eichhörnchen liegen, abgesehen von drei solchen Schwielen, welche die Hohlhand einnehmen, zwei große und eine kleine, die letztere radial, an der Handwurzel. Bei Schläfern (*Myoxus glis*) ist dasselbe Verhalten gegeben, nur ist die zuletzt erwähnte radiale Schwiele größer. Bei *Dipus aegyptius* sind nur zwei größere Schwielen an der Handwurzel vorhanden, eine große radiale und eine kleine ulnare, vor der ersteren liegt noch eine dritte ganz kleine. Die Schwielen in der Hohlhand, bezw. an der Fußsohle sind ebenso bei Nagern weit verbreitet, nicht minder die an der Handwurzel. Sie entsprechen den Fuß- und Zehenballen in anderen Ordnungen.

Bei den vorhin genannten Nagern sind die zwei großen Handwurzelballen aber besonders stark entwickelt, und untersucht man ihre Grundlage z. B. bei *Dipus jaculus*, so erkennt man als dieselbe zwei zur Längsachse der Hand quergelagerte Knochen, welche, sich in der Mitte beinahe berührend, durch eine bindegewebige oder sehnige Verbindung vereinigt sind. So wird ein Bogen hergestellt, unter welchem die Sehnen der langen Beugemuskeln und der Nervus medianus geborgen sind — entsprechend dem Ligamentum volare carpi proprium des Menschen. Diese zwei Knochen sind offenbar neue Knochen, entstanden durch Verknöcherung des sehnigen Bindegewebes des entsprechenden Bandes. Dies beweist das Folgende: bei einer anderen kleineren, unbestimmten Springmaus finden wir am macerierten Skelett an Stelle jener Knochen sehnige Bandstücke von derselben Länge wie die Knochen und gleich diesen in der Mitte nicht verbunden. Ursprünglich sind sie jedenfalls, wie bei *D. jaculus*, durch Bandmasse verbunden

[1]) Vergl. insbes. Gust. Jäger, Das Os humero-scapulare der Vögel in Sitzb. der math.-naturw. Klasse der kais. Akad. zu Wien, 1857.

[2]) K. v. Bardeleben, Verhandlungen der anatom. Gesellschaft in Berlin 1889 S. 106 ff.

gewesen. Bei einer dritten Springmaus, *Dipus sagitta*, endlich sind die betreffenden zwei Bänder teilweise verknöchert.

Beim Stachelschwein findet sich Ähnliches in starker Ausbildung, indem hier die Handwurzel zum größten Teil überbrückt wird durch einen kräftigen, stabförmigen Knochen, welcher vom radialen Rande der Handwurzel ausgeht und bis zum letzten Drittel der Breite der Handwurzel ulnarwärts reicht. Derselbe ist an einem unserer Skelette 20 mm lang und 5 mm breit, an einem anderen rechts 14 mm lang und 4 mm breit, links viel kleiner, besonders kürzer. Auch diese Unregelmäßigkeit deutet auf neue Knochen.

Schon Meckel[1]) beschreibt diesen Knochen und schon er faßt ihn als Verknöcherung des »eigenen Hohlhandbandes« auf. »Er ist«, sagt er, »gerade hier sehr groß, einer der ansehnlichsten Handwurzelknochen, liegt quer von dem Speichenrand bis fast zum Ellenbogenrande unter den Beugesehnen, stößt an das hintere Ende des ersten Mittelhandknochens und scheint . . . . das verknöcherte eigene Hohlhandband zu sein. Unter ihm liegen, dicht unter der Haut, zwei große, dünne, rundliche Knorpelscheiben, die ungefähr in der Mitte der Handwurzel von einander getrennt sind und der Hohlhandsehne anzugehören scheinen«.

Wir können das Vorhandensein dieser zwei Knorpelscheiben bestätigen. Dieselben sind in der That Verknorpelungen des eigenen Hohlhandbandes.

»Beim Stachelschwein findet sich«, sagt Meckel weiter, ... »an dem Ellenbogenrande ein kleiner, rundlicher Knochen, zwischen dem Hakenbein und dem fünften Mittelhandknochen, der auch bei einigen Fleischfressern vorkommen wird. Diesen Knochen hat Cuvier gleichfalls angegeben«, den vorhin beschriebenen großen radialen aber hat er übersehen.

An dieses kleine, linsenförmige Knöchelchen des Stachelschweins setzt sich nun ein Teil der ulnaren Endigung des Hohlhandbandes an, und es entspricht wahrscheinlich dem ulnaren verknöcherten Teil des Hohlhandbandes bei den Springmäusen.

Am Skelett des Bibers und des Murmeltiers sieht man sowohl an der radialen wie an der ulnaren Seite des Vorderfußes an der betreffenden Stelle einen starken Knochen ansitzen, von welchen der radiale wohl der beschriebenen Verknöcherung des Hohlhandbandes entsprechen wird, während der ulnare das Erbsenbein ist.

Überall bei den genannten Nagern aber entspricht die radiale Handschwiele der Verknöcherung des Hohlhandbandes. Die ulnare wird in anderen Fällen statt durch die ulnare Verknöcherung durch das Erbsenbein hervorgerufen, an welches sich das Hohlhandband mit ansetzt.

Auch beim Eichhörnchen liegt am radialen Handwurzelrande, wohl als Verknöcherung des radialen Abschnittes des Hohlhandbandes

[1]) Meckel, Vergl. Anat. II. Bd. II. Abt. S. 391.

unter dem Handwurzelballen ein ansehnliches Knöchelchen; dasselbe ist auch bei *Myoxus* vorhanden, verhältnismäßig groß ferner beim Murmeltier.

Es ist dieser radiale Knochen wohl weit verbreitet. Er ist es, welchen Bardeleben als Präpollex bei *Pedetes* und *Bathyergus* aufgefaßt hat, wie aus seinen Abbildungen[1] deutlich hervorgeht. Bei *Pedetes* ist der Knochen danach wie beim Stachelschwein sehr lang, nach innen und vorn über die Handwurzel herausragend, bei *Bathyergus* ist er klein. Bei *Pedetes* liegt davor aber noch ein zweites Knöchelchen, welches Bardeleben als distales Glied seines Präpollex auffaßt. Schon Meckel erwähnt diesen zweiten Knochen als ansehnlich und platt und meint, es sei am wahrscheinlichsten, daß er mit dem ersten der innere verknöcherte Teil des Hohlhandbandes sei[2]. Dies dürfte um so wahrscheinlicher sein, als zwei radiale Verknöcherungen des Hohlhandbandes auch bei *Perodicticus potto* vorkommen. Hier ist, wie bei Springmäusen, ein ganz knöchernes Hohlhandband vorhanden. Radial liegt ein kleiner rundlicher Knochen, an welchen sich ein breites, plattes, knöchernes Bogenstück anlegt, das ulnarwärts bis an das Hakenbein reicht. Der erstgenannte rundliche Knochen dürfte der radialen Hohlhandbandverknöcherung der übrigen Tiere entsprechen, der daran sich anschließende mittlere eine neue Bildung sein, welche aber eine andere Lage hat, als die als distales Glied des Präpollex bei *Pedetes* von Bardeleben aufgefaßte. Dagegen ist der rundliche radiale Knochen des *Perodicticus* ähnlich dem von Bardeleben als Präpollex bei *Bathyergus* beschriebenen und abgebildeten.

Nebenbei gesagt erwähnt Meckel den größeren radialen Knochen außer beim Murmeltier und Springhasen auch beim Hamster und Meerschweinchen.

Bei *Bathyergus* unterscheidet Bardeleben ferner ein zweites, distales Pisiforme und meint, es seien beide Erbsenbeine »oder das proximale und distale Stück des Postminimus«, wie man jetzt zu unterscheiden habe, »vielleicht als Carpale und Metacarpale« (eines siebenten Fingers) »aufzufassen«.

Ich muß den Verdacht aussprechen, daß dieses zweite Os pisiforme nichts anderes sei, als eine Verknöcherung des äußeren (ulnaren) Endes des Hohlhandbandes wie beim Stachelschwein.

Erst weitere Untersuchung auch an Tieren verschiedener anderer Arten wird aber diese Fragen zu endgiltiger Entscheidung bringen können.

Ich möchte hier über den radialen Handwurzelknochen des Hohlhandbandes noch das Folgende anfügen.

Meckel spricht[3] von einem sehr kleinen rundlichen Knochen am Speichenrande der Handwurzel zwischen dem Kahnbein und dem ersten Mittelhandknochen als überzähligen Knochen bei der Katze und fügt

---

1) a. a. O. Fig. 1 u. 2 S. 108. 2) a. a. O. S. 389, 390.
3) a. a. O. S. 393.

hinzu: »Dieser Knochen kommt vielleicht nicht ganz selten vor, wenigstens finde ich ihn auch beim *Coati*«.

Wir finden nun diesen kleinen Knochen, welcher dem großen radialen Handwurzelknöchelchen des Stachelschweins entspricht, außer bei den Katzen auch bei den Caniden (z. B. Wolf, Fuchs, Hund), bei *Lutra*, *Mustela*, *Gulo*, *Meles* u. a., ferner bei *Phascolarctos*, *Phascolomys*, *Cercoleptes*.

Bei den genannten Raubtieren steht das Knöchelchen dem zackigen, nach der Unterfläche des Vorderfußes zu gerichteten Fortsatze des Erbsenbeins entgegen, und beim Fuchs und beim Dachs sehe ich an frischen Präparaten, daß sich das Hohlhandband von ihm zu letzterem hinüberspannt. Beim Dachs setzt sich ein Teil des Bandes an der ulnaren Seite an den Haken des Erbsenbeins, ein anderer an dessen Grund an.

Besonders bemerkenswert ist, daß ein radiales Sesambein — zwischen Os naviculare und Multangulum majus — auch an der Handwurzel der Affen vorhanden ist. Dasselbe ist bei den Menschenaffen genauer behandelt worden[1]). Camper und Vrolik beschrieben es beim Orang als Sesambein für die Sehne des Musculus abductor pollicis longus. R. Hartmann findet, daß sich beim Orang und beim Schimpanse Faserbündel der Ligamenta carpi dorsale et volare daran ansetzen, bei letzterem auch ein Sehnenstreifen des Musculus abductor pollicis longus und bei beiden ein radiales Bündel des M. abductor pollicis brevis. Hartmann schreibt dem Knochen »die Bedeutung eines Sesambeinchens an der Ansatz- und Ursprungsstelle von Fascien und Muskeln bei Tieren zu, welche gerade diese Partie ihrer Hand so häufig beim Klettern und Gehen gebrauchen«[2]). Dagegen findet er die Angabe Lucae's, der Knochen sei nichts anderes, als die von dem Os multangulum majus getrennte Eminentia carpi radialis inferior des Menschen, ungenügend.

Hartmann fügt weiter an, daß bei einem Orangpräparate der Musc. flexor pollicis longus einen sehr dünnen Sehnenfaden an das Knöchelchen absandte.

Flower bildet es bei *Cynocephalus anubis* ab[3]) und giebt an, daß es bei allen Affen mit der Sehne des M. flexor carpi radialis verbunden sei.

Mein Befund bei einem Schimpanse stimmt dagegen mit Hartmann's Angaben überein: M. abductor pollicis longus und brevis verbinden sich, so wie er beschrieben hat, mit dem radialen Sesambein. Ebenso finde ich die Verhältnisse bei *Inuus ecaudatus* und bei *Macacus cynomolgus*.

Es handelt sich nun in den beschriebenen Knochen des Hohlhandbandes um eine Verknöcherung desselben, teilweise begünstigt durch

[1]) Vergl. R. Hartmann, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1875 und 1876.

[2]) R. Hartmann, a. a. O. 1876 S. 639 Anmkg.

[3]) Flower, An introduction to the osteology of the mammalia. London 1870. Fig. 87. S. 258. Dritte Auflage unter Mitwirkung von Gadow. Deutsche Ausgabe 1888 nach der 3. Aufl. Fig. 92 S. 263.

Muskelansatz. Das Letztere gilt besonders für den radialen Nebenknochen, an welchen sich, wie mir Präparate von Fuchs, Hund, Katze, Eichhörnchen und Springmäusen zeigen und wie auch von verschiedenen Säugern schon früher bekannt war, Sehnen von Muskeln ansetzen. Und zwar kommen als solche Muskeln besonders in Betracht die Musc. abductor longus und extensor pollicis brevis.

Es stellt sich die Frage, ob Bardeleben in seiner Beschreibung eines sechsten oder siebenten Fingers auch bei anderen der in Vorstehendem genannten Säuger außer *Bathyergus* und *Pedetes* nicht die radiale bezw. ulnare Verknöcherung des Hohlhandbandes vor sich gehabt hat, und es muß nachgesehen werden, inwieweit auch seine Beschreibung von überzähligen Zehen auf sesambeinartige Nebenknochen zurückzuführen ist[1]. Es ist zur Beurteilung selbstverständlich notwendig, sich nicht mit den Knochen allein zu begnügen, sondern Muskeln, Sehnen und Bänder sorgfältig zu präpariren. Da Bardeleben dies offenbar nicht gethan hat, vielmehr nur von den Knochen spricht, und da außer den von uns beschriebenen Nebenknochen andere bei den von uns untersuchten Tieren nicht vorkommen, so muß die Frage für diese wohl von vorn herein bejaht werden.

Vogt (s. vorher) kommt in Beziehung auf die Deutung der Knochen zu demselben Ergebnis wie ich und findet das Accessorium radiale auch beim Igel, bei der Wanderratte, beim Meerschweinchen, beim Goldhasen (nicht beim Hasen und Kaninchen).

Beim Meerschweinchen trifft er im Hohlhandband noch ein kleines ulnares Knochenplättchen, beim Igel ferner das schon von Meckel erwähnte Sesambein am unteren Handrande, dem M. extensor carpi ulnaris zugehörig.

Sehr merkwürdige Verhältnisse beschreibt Vogt an der Murmeltierhand. In den zwei Carpalballen liegen Knorpelplatten; die eine derselben steht in Verbindung mit der radialen Verknöcherung des Hohlhandbandes, andererseits führt von ihr eine schmale Knorpelbrücke zur ulnaren Knorpelplatte. Wenn die Knorpelplatten verknöchert wären, hätten wir dieselben Verhältnisse wie bei *Perodicticus*.

Bei *Perodicticus* beschreibt Vogt ein Sesambein auch am tibialen Tarsalrande, dem M. flexor hallucis zugehörig.

Wiederholt findet Vogt radial und ulnar einen kleinen Muskel, welcher vom Hohlhandband bezw. von dem verknöcherten Teil desselben radial zum Daumen oder zum zweiten Finger geht, und ulnar einen ebensolchen zum kleinen Finger (Wiesel, Springmaus, Meerschweinchen). Außerdem setzen sich andere Muskeln an das Hohlhandband, bezw. an das Accessorium radiale teilweise oder ganz an, nämlich der M. palmaris longus, der Abductor longus und der Extensor pollicis brevis. Vogt sieht in dem Ansatz, bezw. der Wirkung dieser Muskeln die Ursache der teil-

[1] Vergl. K. v. Bardeleben, Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medizin u. Naturwissenschaften für 1885 S. 84 ff., 150 ff.

weisen Verknöcherung des Hohlhandbandes. Der Palmaris longus ist es, welcher zuweilen ganz am Hohlhandband endet. Von der Rückenseite her kommt der Abductor longus und Extensor pollicis brevis, um sich ganz oder teilweise an das Accessorium radiale anzusetzen.

Die **Scharrkralle des Maulwurfs** ist hier noch einmal zu erwähnen. Dieselbe ist von der Haut überzogen und besteht nur aus einem einzigen Knochen, welcher, wie Vogt nachweist, bloß durch Bindegewebe in lockerer Verbindung mit der Hand steht. Sie ist offenbar nicht als ein sechster Finger (Vordaumen) zu deuten, sondern — zu diesem Schlusse kommt Vogt — als ein Os accessorium. Vogt findet, daß der M. palmaris longus sich mit einem Sehnenfaden an seinen äußeren Rand ansetzt, während ein ulnarer Sehnenfaden desselben Muskels sich an den ulnaren Rand der Hand begiebt und zwar an einen hier befindlichen Anhang.

Zieht sich nun der M. palmaris zusammen, so wird er sowohl die Scharrkralle wie jenen Anhang gegen die Hohlhand hereinziehen und die Handfläche muldenartig vertiefen, wodurch sie geeignet ist gegenüber der wegzuschaffenden Erde als Schaufel zu wirken.

Aber Vogt beschreibt ein Os falcatum auch an der tibialen Seite des Tarsus beim Maulwurf. Es setzt sich an das tibiale Ende des Naviculare an und ist in Bandverbindung mit dem Metatarsale I und mit der plantaren Tarsalfläche. Ein von dem medialen Rande des oberen Endes der Tibia entspringender Muskel setzt seine Sehne daran an. Dieses Verhältnis erklärt Vogt dadurch entstanden, daß sich der Maulwurf mit dem tibialen Rande des Fußes vorwärts schiebt, während er damit zugleich Erde wegschafft.

»Wir haben also«, sagt Vogt, »bei der Bewegung des Maulwurfs in der Erde eine ähnliche Thätigkeit der Vordergliedmaßen wie beim Schwimmen des Menschen«.

Es ist eine ganz besondere Bewegungsthätigkeit, welche beim Maulwurf so eigenartige Knochen und Muskeln an Hand und Fuß erzeugt hat.

Ferner hebt Vogt die ungeheure Entwicklung der Muskulatur der Vordergliedmaßen des Maulwurfs gegenüber jener der Hintergliedmaßen und umgekehrt die starke Entwicklung der Muskeln der Hintergliedmaßen bei den Springmäusen im Gegensatz zu der schwachen Vordergliedmaßenmuskulatur dieser Tiere hervor als Wirkung der Thätigkeit der Gliedmaßen.

Sehnenverknöcherungen, Herzknochen, Penisknochen, Ohrmuschelknochen, Hautknochen, Rüsselknochen, Schnauzenknochen, Beutelknochen u. a.

Verknöcherung von Sehnen. Verhältnismäßig früh schon verknöchern die Sehnen an den Beinmuskeln mancher Vögel, wie z. B. der Truthühner. Hier kommt wohl zugleich mechanischer Reiz (Dehnung) in Betracht.

Herzknochen. Bei vielen Wiederkäuern (*Bos*, *Ovis*. *Cervus*, *Camelus*,

Camelopardalis, *Antilope*) und beim Schwein kommt im Alter ein einfacher oder doppelter Herzknochen vor, an der Grenze zwischen der Scheidewand der Kammern und der Vorkammer des Herzens. Die Herzknochen sind in der Jugend knorpelig. In der Scheidewand der Vorkammer vor der Mündung der unteren Hohlvene findet sich ein Knorpel im Herzen bei Einhufern, welcher im Alter öfters verknöchert. Auch hier kann Nutzen nicht beteiligt sein — eher kann die Verknöcherung schädlich werden.

Penisknochen. Dagegen kommt Nutzen wohl in Betracht bei den ebenfalls eine neue Bildung darstellenden Penisknochen, welche sich bei Nagern, Walen, bei fast allen Carnivoren und Pinnipediern, bei Chiropteren und Affen finden. Beim Menschen sind in einzelnen Fällen Verknöcherungen der Corpora cavernosa penis beobachtet worden, »die in ihrem Zusammenhang einem Penisknochen entsprechen könnten«[1]).

Ohrmuschelknochen. Bei einem sehr alten Mähnenschaf (*Ovis tragelaphus*) fanden wir im unteren äußeren Teil der Knorpel der Ohrmuschel, nahe der Ansatzstelle derselben eine Verknöcherung in Gestalt eines etwa zehnpfennigstückgroßen Knochens jederseits.

Neue Knochen sind ferner:

Die **Hautverknöcherungen von Fischen** (auch die Flossenstrahlen und Flossenträger); von ausgestorbenen Amphibien (*Archegosaurus*), von Reptilien (Blindschleiche, Scheltopusik, Krokodilen, Schildkröten) und von Säugern (Gürteltieren).

Verknöcherung an Stellen, wo ursprünglich Bindegewebe war, also Neubildung von Knochen, findet sich u. a. am **Foramen ischiadicum** und **obturatorium** der Vögel, welche durch Bindegewebe und dann durch Knochenbildung infolge von Verknöcherung dieses Bindegewebes bei vielen Arten verengert, mehr und mehr zum Schwinden gebracht werden, so daß das Becken immer mehr einheitliche Gestaltung gewinnt. Durch Verknöcherung im Rahmen des Foramen ischiadicum werden Scham- und Sitzbein, durch Verknöcherung im Rahmen des Foramen obturatorium werden Sitzbein und Darmbein verbunden.

Andere neue Knochen am Kopfe von Säugern, entstanden durch mechanischen Reiz, sind noch die Rüsselknochen der Schweine und Maulwürfe, das Os praemaxillare des Schnabeltiers, vielleicht das Os praenasale der Faultiere u. a.

Praenasalia und Nüsterknorpel. Etwas vor der Mitte des oberen freien Randes der Zwischenkiefer liegen beim Lama zwei kleine flache Knöchelchen — jederseits eines — ungefähr dreieckig mit nach unten gerichteter Spitze und unregelmäßiger oberer Basis des Dreiecks, die Fläche des Ganzen etwas nach innen gebogen. An dem macerierten Schädel unserer Sammlung, an welchem diese Knöchelchen frei mit

---

[1]) Vergl. Gegenbaur, Anat. des Menschen. III. Aufl. S. 619, nach Lenhossek. Archiv f. pathol. Anat. Band 60.

Draht am Oberkiefer befestigt sind, ist über ihren ursprünglichen Zusammenhang nichts zu erkennen, dagegen an einem gleichfalls der Tübinger Sammlung angehörigen Schädel eines Gnu (Antilope gnu). Hier setzen sich die Nasenbeine nach vorn in Knorpel fort, ähnlich wie die Schulterblätter des Rindes nach oben: es handelt sich dabei wie dort um eine vorerst nur knorpelige Vergrößerung der Knochen — um ein Wachsen derselben. Nach beiden Seiten geht nun diese knorpelige Fortsetzung der Nasenbeine über in eine knorpelige Platte, welche nach außen zu einer in Ausdehnung und Dicke unregelmäßigen Knochenplatte wird. So wird ein halb knorpeliges, halb knöchernes Dach hergestellt, welches, jederseits an der Nasenscheidewand hängend, die entsprechenden Hälften der Nasenhöhle deckt.

Die Nasenscheidewand des Gnu ist, bis auf den vorderen Teil des oberen Randes, ganz knöchern (wie die des ausgestorbenen *Rhinoceros tichorhinus*), stößt vorn an die Zwischenkiefer an und ist mit ihnen verwachsen.

Wir bezeichnen jene vor den Nasenbeinen gelegenen, einen Teil des Naseneinganges deckenden Knochen als Praenasalia oder Nüsterknochen. Es ist uns nicht bekannt, ob irgendwo sonst etwas über diese Knochen berichtet ist, welche offenbar wiederum neue Knochen sind und sich wahrscheinlich bei näherer Untersuchung weit verbreitet finden werden.

Die beschriebenen Knorpel, in welchen sie entstehen, sind die Nüsterknorpel, welche auch bei anderen Huftieren vorhanden sind und den Nasenflügelknorpeln des Menschen u. a. entsprechen. Beim Pferd z. B. als vordere seitliche, flügelartige Anhänge der knorpeligen Nasenscheidewand, welche hier am vorderen oberen Winkel in zwei lange, nach außen und hinten gebogene Knorpelspangen übergehen.

Der Präparator unserer Anstalt, Herr Förster, sagt, daß dieselben Knochen bei alten Kühen vorkommen. Bei diesen finde sich außerdem zuweilen in der Schnauze eine dem Rüsselknochen der Schweine ähnliche Knochenbildung als Verknöcherung des Nasenscheidewandknorpels.

Die Verknöcherung dürfte ursprünglich auf den durch die Bewegung der Nüstern hervorgerufenen Reiz zurückzuführen sein, der zuerst im höheren Alter wirksam wurde, sofern es sich nicht um (konstitutionelle) Altersverknöcherung handelt. Mit ersterer Ansicht stimmt überein, was Präparator Förster als Ansicht von Prof. A. Pagenstecher, bei welchem er lernte, mitteilt, daß die Verknöcherung der Nüsterknorpel hauptsächlich bei frei weidendem und daher stark schnüffelndem Rindvieh vorkomme.

Der Rüsselknochen der Schweine ist so recht ein Beispiel für einen durch mechanischen Reiz entstandenen neuen Knochen. Er liegt vor der Nasenscheidewand und den Nasenbeinen und bildet eine Fortsetzung der letzteren, nicht viel dicker als sie, seitlich zusammengedrückt beginnend. Nach vorn wird er breit und hat eine nach vorn gerichtete, durch eine

Längsfurche geteilte Fläche, welche der Vorderfläche der Schnauze entspricht und ihr beim Wühlen als Stütze dient. Auch dieser Knochen ist aus Knorpel entstanden.

Auch die Temporalfascie von Schildkröten verknöchert, sodann das **Nackenband des Maulwurfs**, ferner einige **Sehnen der Bauchmuskeln des Känguru.** Hierher gehören offenbar auch die **Beutelknochen** der Kloaken- und Beuteltiere, welche dann bei den höheren Säugern wieder rückgebildet sind.

Hier möchte ich dagegen noch die

Verknöcherung von Zelt und Sichel bei manchen Tieren erwähnen. So hat das Schnabeltier eine knöcherne Sichel; angedeutet ist dieselbe beim Delphin. Das Zelt verknöchert bei Carnivoren, beim Kamel, bei Cetaceen, einigen Einhufern, Beuteltieren und Nagern.

Es ist mir aber nicht bekannt, ob diese Verknöcherung in Zelt und Sichel selbständig erfolgt und nachträglich mit dem Schädel verwächst oder ob sie von vorn herein mit dem Schädel in Zusammenhang steht, von demselben gewissermaßen ausgeht.

Zu den neuen Knochen gehört schließlich auch die **Verknöcherung der Sklera** bei Selachiern, Ganoiden, Teleostiern, bei Reptilien und Vögeln. In vielen Fällen zeigen sich Knorpeleinlagerungen. Ferner die **Verknöcherung des unteren Kehlkopfes** bei Vögeln, besonders bei Schwimmvögeln. Die Luftröhrenringe verkalken oft.

Vergröfserung von Knochen durch Hinzugefügtwerden neuer zuerst selbständiger Teile zu den alten, indem beide zusammenwachsen.

Im Vorstehenden sind verschiedene solche Knochen schon erwähnt worden, wie z. B. der Paukenring, die verschiedenen Zwischenscheitelknochen. Hier haben wir es zunächst noch mit einer besonderen Gruppe von Knochen zu thun, mit solchen, welche hauptsächlich Muskelansätzen ihre Entstehung verdanken.

Durch mechanischen Reiz entstandene Nebenknochen. Neue Knochen an Muskelansätzen.

Hierher gehören zunächst die zahlreichen Fälle, in welchen sich am Skelett der höheren Wirbeltiere, insbesondere der Säuger, an der Stelle von Muskel- bezw. Sehnenansätzen neue Knochen gebildet haben, die ihre ursprüngliche Selbständigkeit noch durch ihre Entstehung aus besonderer Knorpelanlage mit eigenem Knochenkern erkennen lassen. Oft verwachsen diese Nebenknochen erst verhältnismäßig spät mit dem Hauptknochen.

Eines der hervorragendsten hierhergehörigen Beispiele ist die Verwachsung des hinteren Stückes des Fersenbeins (Calcaneus), des Fersenhöckers, mit dem Ansatz der Achillessehne, welcher als gesondert auftretender Knochen bei manchen Säugern, insbesondere bei Huftieren, eine erhebliche Länge erreicht. Ebenso ist das mit besonderem Knochenkern entstehende Ellbogenbein (Olecranon) offenbar infolge der Thätigkeit des sich ansetzenden Musculus triceps zu seiner eigenartigen Gestaltung gediehen und hauptsächlich wieder bei Huftieren ein großer Knochenfortsatz geworden.

Bei mehreren Fledermäusen verlängert sich das Fersenbein in einen fast dem Unterschenkel gleichlangen Fortsatz, welcher im inneren Rande der Flughaut gelegen ist. Es setzt sich dieser Fortsatz offenbar an den Calcaneus nur an, denn man bemerkt eine Naht zwischen beiden. Ob er dem gewöhnlichen Nebenknochen am hinteren Ende des Fersenbeins entspricht oder ob er ein dritter neuer Knochen ist, muß erst

genauere Untersuchung lehren. Im letzteren Falle müßte er wohl als Hautknochen aufgefaßt werden.

Einen ähnlichen Fortsatz, wie ihn die Fledermäuse am Fersenbein haben, trägt das Flugeichhörnchen, *Pteromys*, an der Außenseite der Vorderfüße. Derselbe liegt ebenfalls in der Flughaut, am äußeren Rande derselben nach hinten allmählich zugespitzt, ungefähr von der halben Länge des Vorderarms. Meckel[1]) erwähnt ihn nach Daubenton und sagt, daß er auf dem Erbsenbein sitzt und sich am Ende der Flughaut schief nach oben und hinten erstreckt. An einem jüngeren Skelett unserer Sammlung ist er knorpelig.

Durch Muskel- bezw. Sehnenansatz entstandene Knochenneubildungen sind nun auch die zahlreichen Processus und Tubercula, welche, aus besonderen Verknöcherungspunkten entstanden, sich an Knochen des Skelettes der höheren Wirbeltiere, besonders der Säuger, finden und welche diese Knochen oft sehr bedeutend umgestaltet haben. Solche Knochenkerne z. B. an der Spitze der Dorn- und Querfortsätze, an den Processus mammillares der Lendenwirbel, zuweilen auch an den Gelenkfortsätzen der Wirbel, treten oft spät auf und verwachsen sehr spät mit den Hauptteilen: nach Schwegel treten sie beim Menschen vom 8.—15. Jahr auf und verwachsen erst um das 25. Jahr mit den Wirbeln. Hierher gehören auch Trochanter major (3.—11. Jahr) und minor (13.—14.) des Oberschenkels, die Malleoli u. s. w.

Auch der Processus condyloideus und der hintere Winkel des Unterkiefers werden durch eine Knorpel- und Knochenanlage hergestellt, der letztere offenbar im Zusammenhang mit dem Ansatz des Musc. masseter, der erstere aus anderen alsbald zu erwähnenden Ursachen.

Ob der aus besonderer Knorpel- und Knochenanlage entstehende Processus mastoideus einem von älteren Wirbeltieren her ererbten Knochen entspricht (Opisthoticum) oder ob er infolge des Ansatzes des Musc. sternocleido-mastoideus neu gebildet ist, ist nicht sicher; aber als zweifellos darf es wohl angesehen werden, daß er durch die Wirkung dieses mächtigen Muskelansatzes seine fortsatzähnliche Gestalt erlangt hat.

Die Fälle, in welchen Knochenkerne Reste zurückgebildeter Knochen andeuten oder in welchen überhaupt zwei Knochen zu einem verwachsen sind, gehören selbstverständlich nicht in diesen Abschnitt.

Als Rippenreste werden die Knochenkerne an der Spitze der Querfortsätze der Lendenwirbel bei Säugern angesehen u. s. w.

Vielleicht ist ein ähnlicher Knochenrest der Knochenkern, welcher bei den Säugern den Processus coracoideus des Schulterblattes bilden hilft — er ist wohl der Rest des noch bei den Monotremen vorhandenen Coracoids. Bei Fledermäusen ist, offenbar durch die starke Thätigkeit der Brustmuskeln beim Fliegen, dieser schon oben erwähnte Fortsatz zu einem langen, platten, etwas säbelartig gekrümmten, in der Richtung nach dem Brustbein zu gelagerten Fortsatz ausgezogen: es ist

---

[1]) Meckel, Vergl. Anat. II. 2. S. 392.

also ein neues Rabenbein gebildet, welches aber nun mit dem Schulterblatt vollkommen verwachsen ist. So ist infolge erneuter Muskelthätigkeit aus einem jedenfalls infolge von verminderter Muskelthätigkeit zu einem Knochenkern verkümmerten Knochen wieder ein solcher fast von der Vollkommenheit der bei den Vögeln vorhandenen herangewachsen. Nur ist er eben kein selbständiger Knochen wieder geworden, weil er aus dem mit dem Schulterblatt inzwischen verwachsen gewesenen Knochenrest hervorgegangen ist. Wegen dieser Bildungsweise gehört die Neugestaltung dieses Rabenbeins eigentlich in den Abschnitt von der Umbildung schon vorhandener Knochen durch Muskelthätigkeit, wie des Brustbeinkammes der Vögel, der Fledermäuse und des Maulwurfs.

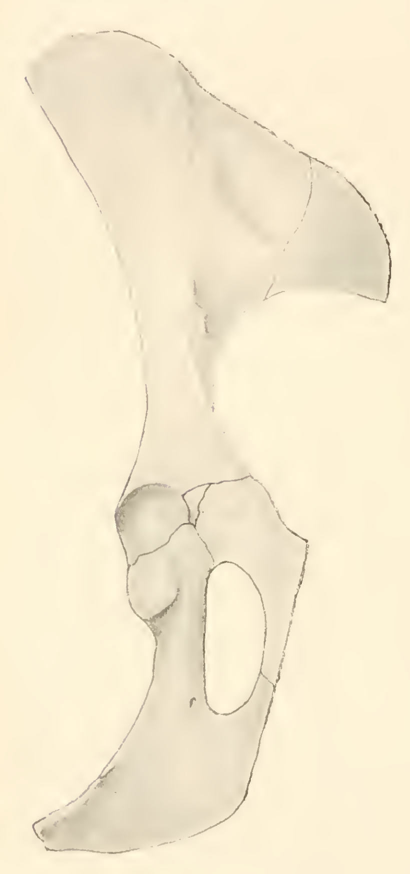


Abb. 59. Becken von *Bos taurus*.

Neue Knochen an Gelenken. Eine zweite Gruppe von neuen, knorpelig vorgebildeten Nebenknochen, welche später mit Hauptknochen zusammenwachsen, haben sich an Gelenkenden gebildet.

Hierher gehören offenbar die Epiphysenstücke an den langen Röhrenknochen der Gliedmaßen und an den Mittelfuß- bezw. Mittelhandknochen und Phalangen derselben, indem diese als mittleres Hauptstück mit zwei Endstücken angelegt werden, welch letztere mit den ersteren später verwachsen. Sehr schön ist dasselbe Verhältnis ausgesprochen an den Wirbelkörpern der Säuger, welche angelegt sind in Form eines mittleren Hauptstücks und zweier Endscheiben, worauf die letzteren mit dem ersteren verwachsen.

Ist schon bei den an Muskelansätzen entstehenden Nebenknochen die Thätigkeit, der Reiz als Ursache der Neubildung deutlich, so ist dies in ganz hervorragendem Maße bei den Gliedmaßenknochen und bei den Wirbeln der Fall: die Vergrößerung erfolgte offenbar ursprünglich durch teilweise Verknöcherung der in ständiger Reibung befindlichen knorpeligen Gelenkflächen. — Dieselbe Entstehung gilt ebenso auch für die besondere Knochenanlage, welche den Gelenkfortsatz des Unterkiefers bildet.

Außerdem mögen hier noch genannt werden: die Vergrößerung des Darmbeins von Säugern, z. B. Rind, durch ein am oberen hinteren Ende der Schaufel desselben entstehendes neues Stück, desgleichen die Pars acetabularis der Gelenkpfannen ebenda, ein keilförmig im unteren Teil der Pfanne eingeschoben auftretender Knochen, welcher später mit den übrigen verwächst.

Die folgenden Abbildungen der Gliedmaßen eines jungen



Abb. 60. Vordere Extremität von *Sus scrofa.*



Abb. 61. Hintere Extremität von *Sus scrofa.*

Schweines sollen zeigen, welche neuen Teile, alle offenbar durch mechanischen Reiz — durch Reibung oder durch Muskelansatz — an

diesen Knochen entstehen, um später mit ihnen zu verwachsen. Man unterscheidet

A. An den Vordergliedmaßen.

I. Am Oberarm außer dem Mittelstück als besonders angelegte, später mit dem Mittelstück verwachsende Teile:

1. ein Gelenkkopfstück,
2. ein oberes vorderes End- (Epiphysen-)stück, entsprechend dem Tuberculum majus,
3. das untere End- (Epiphysen-)stück,
4. und 5. je ein besonderes Endstück an den beiden Condylen.

II. Am Vorderarm außer dem Mittelstück von Speiche (Radius) und Elle (Ulna):

a) an der Speiche (Radius):
   6. ein oberes Endstück,
   7. ein unteres Endstück.
b) an der Elle (Ulna):
   8. das Endstück des Olecranon,
   9. eine untere Epiphyse.

III. An der Hand.

a) an der Mittelhand:
   8—11. untere Endstücke der Mittelhandknochen.
b) an den ersten Fingergliedern:
   12—15. obere Endstücke;
c) an den zweiten Fingergliedern:
   16. 17. obere Endstücke.

Dazu an der unteren Handfläche auf den unteren Mittelhandcondylen 6 Sesambeine — je eines auf den zwei mittleren Fingern, je zwei auf den seitlichen. Dann das Erbsenbein (Pisiforme) an der Mittelhand.

B. An den Hintergliedmaßen.

I. Am Oberschenkel (Femur), außer dem Mittelstück:

1. ein Gelenkkopfstück,
2. ein den Trochanter major bildendes Stück,
3. ein unteres Epiphysenstück,
4. die Kniescheibe.

II. Am Unterschenkel:

a) am Schienbein (Tibia):
   5. 6. ein oberes und ein unteres Endstück,
   7. am oberen Ende der Crista tibiae ein besonderes Knochenstück da, wo der M. vastus femoris, bezw. das Ligamentum patellare sich ansetzt.
b) am Wadenbein (Fibula):
   8. 9. ein oberes und ein unteres Endstück.

III. Am Fuß:

a) an der Fußwurzel:

10. Endstück des Fersenbeins (Calcaneus),

11—21. an den Mittelfuß- und Zehenknochen dieselben Endstücke wie an der Hand. Dazu Sesambeine am oberen Ende der mittleren ersten Zehenglieder und am oberen Ende der letzten.

Außer den gewöhnlichen Sesambeinen, mit Einschluß der Kniescheibe und des Erbsenbeins, sind also an beiden Gliedmaßen des Schweins nicht weniger als 38 neue Knochen entstanden, welche mit den alten verwachsen.

Von ihnen sind augenscheinlich durch Muskelansätze entstanden:

am Oberarm	No. 2, 5, 6,
am Vorderarm	» 8,
am Oberschenkel	» 2, 3, 4,
am Schienbein	» 7,
an der Fußwurzel	» 10,

dazu das Erbsenbein und die Sesambeine (diese z. T. durch Sehnenreibung).

Die übrigen müssen auf die Reibung der Knochenenden aneinander, bezw. in den Gelenken ihrer Entstehung nach zurückgeführt werden.

Diese neuen Knochen zeichnen sich nicht nur dadurch aus, daß sie länger knorpelig bleiben als die übrigen, sondern sie haben auch im fertigen Zustand ein ganz anderes Aussehen als diese: sie erscheinen viel poröser. Die letztere Eigenschaft ist hervorragend auffallend auch beim Kalb, wo die neuen Knochen dadurch ganz besonders anschaulich werden.

Ganz abgesehen von den offenbar durch Reibung im Laufe der Zeit entstandenen Epiphysenknochen ist es handgreiflich, daß die übrigen, den Muskeln zum Ansatz dienenden im Zusammenhang mit diesem Ansatz, bezw. infolge desselben entstanden sind. Sie durch Nutzen, Auslese und Zufall erklären zu wollen, bliebe wohl ein aussichtsloser Versuch — es handelt sich in ihrer Entstehung einfach um den Ausdruck der formbildenden Kraft mechanischer Ursachen — um eine greifbare Folge der Thätigkeit.

Der größte unter den in Frage kommenden, durch Muskelansatz neu entstandenen Knochen ist der Trochanter major, an welchen sich thatsächlich auch die zahlreichsten, mit kräftiger Wirkung arbeitenden Muskeln begeben. Sodann folgt die starke Kniescheibe und das gleichfalls sehr starke Endstück des Calcaneus, beide wiederum im Dienste hervorragend kräftiger Muskeln.

Nicht durch mechanischen Reiz entstandene Nebenknochen.

Es giebt aber auch Nebenknochen, deren ursprüngliche Entstehung nicht durch mechanische Thätigkeit zu erklären ist. Und es ist bemerkenswert, daß dieselben meist unmittelbar aus bindegewebiger Grundlage hervorgehen, nicht knorpelig vorgebildet sind. Hierher gehören die

Processus uncinati der Vögel, welche als selbständige Knochen entstehen, ja mit dem hinteren Rand einer Rippe verwachsen und in manchen Fällen die nächsthintere Rippe erreichen, in anderen nur durch bindegewebige Fortsätze mit ihr verbunden sind. Unvollkommen treten sie auch schon bei den Krokodilen auf. Beim Kiwi (*Apteryx Mantelli* liegt mir vor) sitzt hinter den vordersten Rippen je ein ansehnlicher »Processus uncinatus«, mit der Rippe nicht verwachsen, vielleicht nicht mehr verwachsen.

Bei diesen Processus uncinati ist offenbar der Nutzen mit zur Ausbildung maßgebend gewesen, welcher in der durch sie erhöhten Festigkeit des Brustkorbes besteht. Allein die Anfänge ihrer Entstehung lassen sich dadurch nicht erklären und müssen in einer bestimmten Entwicklungsrichtung, in allgemeinen physiologischen Ursachen ihre Veranlassung haben. Dasselbe gilt für die Entstehung und Ausbildung der von den Querfortsätzen der Wirbel bei Vögeln ausgehenden, nach vorn und hinten gerichteten Knochenspangen (Lamina intertransversaria s. Processus intertransversarii, vergl. später), welche die Querfortsätze der Wirbel miteinander verbinden. Sie dienen gleichfalls zur Befestigung des Rumpfes (s. später). Über die Anfänge ihrer Bildung aber — ob sie von vornherein mit den Wirbeln zusammenhängen — ist mir nichts bekannt.

Sehr auffallend ist die vielleicht hierhergehörige, schon erwähnte Verbreiterung der Rippen bei Gürteltieren und Ameisenfressern. Die Verbreiterung ist unter den Skeletten der Tübinger Sammlung vorhanden bei *Dasypus novemcinctus* und *gigas*, bei *Myrmecophaga didactyla*, *tamandua* und *jubata*. Die Verbreiterung geschah offenbar nach hinten, denn die Rippen sind hinten dünner, bei *M. tamandua* sind sie in der Mitte und oberhalb derselben nach hinten in Andeutungen von Fortsätzen ausgezogen, welche, obwohl in der Richtung verschieden, fast wie Anfänge von Processus uncinati aussehen. Bei *D. novemcinctus* ist die Verbreiterung oberhalb der Mitte unvollständig, indem die Rippenfläche hier ausgehöhlt ist.

Es scheint mir, daß es sich hier um eine Verbreiterung durch Bindegewebsverknöcherung handelt, eine Verbreiterung, für welche aber auch der Ansatz der Zwischenrippenmuskeln mit maßgebend sein könnte.

Sporne. Der Sporn des männlichen Ameisenigels (*Echidna hystrix*) hat zur Grundlage einen spitzen, mit der Ferse durch bindegewebige Masse verbundenen Knochen und ist von einer kräftigen Hornscheide überzogen. So wird ein Sporn hergestellt, ähnlich demjenigen

des Haushahns. Nach dem mir vorliegenden Skelette handelt es sich in der knöchernen Grundlage des Sporns augenscheinlich um Bindegewebsverknöcherung, also wieder um Knochenneubildung.

Auch das männliche Schnabeltier besitzt einen Sporn.

Der Sporn, welcher den meisten männlichen *Phasianidae* zukommt, ist vom Haushahn allgemein bekannt. Er fehlt beim Argusfasan und beim Perlhahn, ist dagegen bei manchen anderen doppelt, beim Spiegelpfau, *Polyplectron bicalcaratum Vieillot*, manchmal dreifach an einem, seltener an beiden Füßen. Bei einem mir vorliegenden *P. chalcurum* Temm. ohne Augenflecken mit zwei Spornen steht der untere an der oberen Grenze des unteren Drittels des Laufs, der obere an der unteren Grenze des oberen Drittels. Hier schauen die Sporne nach hinten, bei anderen, wie bei Fasanen, dem Haushahn nach hinten und innen. Sie bestehen aus ganz knöcherner Grundlage und einer Hornscheide. Der Knochen erscheint im fertigen Zustand als ein Auswuchs des Laufs. Wie er sich in den Anfängen der Entwicklung verhält, ist mir nach eigener Untersuchung nicht bekannt; aber Meckel giebt an, daß er mit einem besonderen Knochenkern entsteht[1]. Die Sporne der Phasianiden dienen als Waffe; beim Sporn der Kloakentiere soll dies nicht der Fall sein; über seine Bedeutung scheint nichts bekannt zu sein.



Abb. 62. Skelett von *Myrmecophaga didactyla*.

Die Entstehung dieser männlichen Sporne kann ich mir nur erklären aus inneren, physiologischen, korrelativ mit der Bildung des männlichen Geschlechts in Beziehung stehenden Ursachen, ähnlich wie die anderer sogenannter sekundärer Geschlechtscharaktere. Ich erwähne nur das vorübergehende Auftreten von gezähnten Rückenkämmen bei männlichen Tritonen (*T. cristatus* und *taeniatus*), die zuerst vorübergehende, dann

[1] Meckel, a. a. O. Bd. II. S. 141.

aber, im Alter, bleibende hakenförmige Bildung des Unterkiefers bei den männlichen Lachsen, die bleibende im Zusammenhang mit der Geschlechtsthätigkeit aber wechselnde Bildung der Geweihe bei den hirschartigen Huftieren.

Diese Erklärung allein führt es dem Verständnis näher, daß zuweilen mehrere Sporne bei den Phasianiden vorkommen. Mit derselben stimmen auch die meisten der hier noch anzufügenden Thatsachen überein. Beim Truthahn werden die Sporne, wie Meckel angiebt[1]), durch Knötchen ersetzt, sie sind nur kleiner. Nach Meckel kommt eine Spur von Spornen in Form von Knötchen zuweilen auch bei den Weibchen der Arten vor, welche sporntragende Männchen haben. Bei unbestimmter Geschlechtsentwicklung finde sich ein stumpfer Sporn, so nach Bechstein[2]) bei einem Zwitterhahn, wo angeblich ein Hoden und ein Eierstock vorhanden war. — Die mehrfachen Sporne stehen übereinander. Merkwürdig ist, sagt Meckel, daß da, wo sich mehr als zwei finden, immer der dritte mit einem der vorigen an der Grundfläche verbunden ist.

---

1) Meckel, a. a. O. Bd. I. S. 252.

2) Bechstein, Naturgesch. Deutschlands. Bd. 3. 1807 S. 1219.

Das Skelett als Ganzes, umgestaltet durch den Einfluſs der Gliedmaſsen.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich zur Genüge, welchen Einfluß die Gestaltung der Gliedmaßen, wie sie wiederum durch ihre Thätigkeit geworden ist, auf die Gestaltung des Knochengerüstes gehabt hat. Es springt dieser Einfluß jedoch erst recht in die Augen, wenn man die einzelnen Skelette als Ganzes betrachtet. Geschieht dies auf Grund der gegebenen Gesichtspunkte, so erscheint der ganze Aufbau des Gerippes plötzlich in einem neuen Lichte, und die Bedeutung, welche der Gebrauch und die Ausbildung eines einzelnen Teils für denselben erlangt hat, erregt Erstaunen und Bewunderung. Vor allem ist es

das Skelett der Vögel, welches mit die lauteste Sprache in unserem Sinne führt.

Zwei Schilder, Brustbein und Beckenkreuzbein, bedecken hier den Rumpf, je einer von unten und einer von oben, beide ohne jede Frage ausgebildet auf Grund der Thätigkeit der Gliedmaßen, bezw. der dieselben bewegenden Muskulatur. Welche Beziehung das Brustbein wiederum zur Gestaltung des ganzen Thorax und zwar im Zusammenhang mit der Thätigkeit der sich an ihm festsetzenden Brustmuskeln hat, ist schon hervorgehoben worden: Festigkeit des Ansatzes des Brustbeins am Brustkorb durch ganz knöcherne Rippen und die Möglichkeit kräftiger Befestigung der Vordergliedmaßen an diesem Brustbein ist hier maßgebend — letztere wird erzielt durch Vermittlung der doppelten Schlüsselbeine, insbesondere der Rabenbeine. Zweitens mußte der Thorax selbst fest gemacht werden, was außer der Verbindung mit dem Brustbein erzielt wird durch die Processus uncinati und durch die schon erwähnten, an den Seiten des Rückgrats gelegenen Knochenspangen, Processus intertransversarii. Zuweilen erreicht diese Verbindung eine bedeutende Breite und eine große Stärke, indem z. B. bei *Podiceps* (in den Anfängen auch bei *Cairina*, *Tetrao*, *Cygnus*, *Anser*) zwischen den Querfortsätzen und darüber hinaus von den Dornfortsätzen an eine zusammenhängende Knochenplatte, Lamina intertransversaria, vorhanden ist, welche gewissermaßen als Fortsetzung des Kreuzbeins, bezw. des Beckens von diesem an nach vorn über die ganze Brustwirbelsäule bis zum letzten Halswirbel reicht. Wenn dann auch die Dornfortsätze untereinander

verwachsen sind und durch diese Verwachsung ein Ganzes mit den seitlichen Platten bilden, ist eine ungeheure Festigkeit des Rückgrats gegeben.

Bei *Podiceps cristatus* ist diese Rückenplatte — Lamina intertransversaria, wie wir sie genannt haben — nach hinten fest mit dem Becken verwachsen und bildet also in der That eine Fortsetzung des Beckenkreuzbeins bis zur Halswirbelsäule. An dem mir vorliegenden Skelett dieses Tieres ist die Verbindung der Wirbel durch Knochenspangen, von der ich sagte, daß sie die Querfortsätze wie eine Platte



Abb. 63. Wirbelsäule und Becken von *Grus cinerea*.

vereinige, im Grunde bindegewebig. Aber sie ist in Gestalt von feinen Knochenfäden, welche sie durchziehen, in Verknöcherung begriffen. Es mag bei vielen anderen Vögeln dasselbe der Fall sein, aber die verknöchernde Haut dürfte an den Skeletten der Sammlungen meist herauspräpariert worden sein, so daß nur die Spangen übrig blieben.

Die Dornfortsätze sind bei den meisten Vögeln bis zur Halswirbelsäule fest untereinander verwachsen, vielfach auch die Brustwirbel selbst, so daß dadurch allein vollkommene Festigkeit und Unbeweglichkeit der Brustwirbelsäule gegeben ist.

Durch diese Befestigung der Brustwirbelsäule sind wir zugleich schon im Gebiete der durch die Thätigkeit der Hintergliedmaßen

erzeugten Befestigung des Brustkorbes angelangt, eben weil jene erstere nur eine Fortsetzung der letzteren ist.

So ist der ganze Rumpf der Vögel zum größten Teil ein fester Panzer, in all seinen Eigentümlichkeiten bedingt durch die Ausbildung der Vorder- und der Hintergliedmaßen und zuletzt durch deren Thätigkeit.

Weil das Becken sich sogar bis über die hintersten Brustwirbel nach vorn zieht, mit diesen noch verwächst, so bleiben vor demselben gelegene Brustwirbel nur sehr wenige übrig, gewöhnlich 5 oder 6; meist sind dann 2 Brustwirbel mit dem Becken verbunden. Zuweilen sind aber noch weniger beckenfreie Brustwirbel übrig: bei *Cairina moschata* nur 3. 4 rippentragende Wirbel gehen hier mit dem Becken Verbindungen ein und es sind überhaupt im ganzen nur 7 Brustwirbel vorhanden. Im übrigen vergleiche man die früher gegebene Zusammenstellung.

Die Lendenwirbel sind ja so wie so bei den Vögeln ganz im Kreuzbein aufgegangen, und es bleiben deshalb von der Wirbelsäule nur die Schwanz- und die Halswirbel selbständig und frei.

Aber auch die Schwanzwirbelsäule ist durch den Ansatz der Steuerfedern in den Dienst der Ortsbewegung getreten, und sie ist demgemäß hochgradig verändert. Sie ist verkürzt, und die hintersten Schwanzwirbel sind zu einem einzigen beilartigen Stück verwachsen.

Endlich muß die ungeheure Verkürzung hervorgehoben werden, welche der Rumpf durch die Ausdehnung des Kreuzbeinbeckens nach vorn erfahren hat. Abgesehen von den frosch- und krötenartigen Lurchen, auf welche wir alsbald zurückkommen, wo die Gliedmaßen eine ähnliche Rolle für die Umbildung des Körpers spielen wie bei den Vögeln, ist der Rumpf nach Abrechnung des Beckengebietes bei letzteren unter allen Wirbeltieren im Verhältnis zum Becken einerseits und zum Halse andererseits am kürzesten.

In der folgenden Zusammenstellung ist von Vögeln und dann von Säugern eine Übersicht über die Längenmaße von Hals, Brust und Kreuzbein gegeben, und sodann ist das Längenverhältnis von Hals einerseits und Kreuzbein andererseits zu Brust, bezw. Brust und Lende ausgerechnet.

Vögel	Länge			Verhältnis		
	Hals	Brust	Kreuzbein	Hals	Brust	Kreuzbein
Fetttaucher	15,1	8,1	9,8	1,9	1	1,2
Haubentaucher	23,0	5,5	9,3	4,2	1	1,7
Gans	26,0	8,8	12,5	3,0	1	1,65
Flamingo	52,5	9,0	10,0	5,8	1	1,1
Storch	34,0	8,5	10,5	4,0	1	1,2
Kranich	45,0	9,0	14,5	5,0	1	1,6
Afrikan. Strauß	82,0	31,0	55,0	2,6	1	1,6
Emu	51,0	31,0	39,0	1,6	1	1,26
Truthahn	32,0	6,0	15,0	5,0	1	2,5
Haustaube	7,0	3,6	4,0	2,0	1	1,1
Kuckuck	5,5	3,0	2,5	2,0	1	0,8
Schwarzspecht	8,5	3,6	3,6	2,4	1	1,0
Steinadler	16,0	8,5	10,5	2,0	1	1,2

Säugetiere	Hals	Brust- und Lendenwirbel	Kreuzbein	Hals	Brust- und Lendenwirbel	Kreuzbein
Echidna	4,2	11,7	3,0	0,4	1	0,26
Ornithorhynchus	5,0	14,0	1,8	0,36	1	0,13
Dasypus gigas	11,0	31,0	24,0	0,35	1	0,8
Myrmecophaga jubata	22,5	40,0	16,0	0,5	1	0,4
Stier	42,0	127,0	16,0	0,33	1	0,13
Kamel	100,0	136,0	19,0	0,8	1	0,13
Giraffe	109,0	78,5	17,0	1,39	1	0,22
Pferd	66,0	104,0	17,0	0,6	1	0,16
Walfisch	28,0	330,0	40,0	0,08	1	0,12
Walroß	33,0	123,0	21,0	0,25	1	0,17
Känguru	9,0	39,0	4,5	0,23	1	0,12
Hase	7,0	29,0	5,5	0,2	1	0,2
Biber	4,0	30,0	5,0	0,13	1	0,17
Eisbär	35,0	95,0	23,0	0,37	1	0,24
Fischotter	11,0	34,0	6,0	0,3	1	0,18
Dachs	9,0	31,0	5,0	0,3	1	0,16
Hund	5,3	45,0	7,0	0,12	1	0,15
Orang	10,0	38,0	12,0	0,27	1	0,3
Schimpanse	12,0	33,5	11,0	0,36	1	0,33
Gorilla	8,6	38,0	20,0	0,23	1	0,5
Mensch	11,0	44,0	11,0	0,25	1	0,25

Ersatz für die Verkürzung und Festigkeit des Rumpfes der Vögel ist gewonnen durch die Länge und Beweglichkeit ihres Halses.

Der Vogel ist, abgesehen von der Beweglichkeit der Vorder- und Hintergliedmaßen und des Halses, unbeweglich, steif wie kein anderes Wirbeltier. Alle Bewegungsfähigkeit des Körpers, abgesehen von den Gliedmaßen, ist bei ihm in den Hals verlegt. Sein Hals ist zugleich sein Arm geworden, nachdem die Vordergliedmaßen in Flugwerkzeuge verwandelt worden sind, der Kopf bezw. der Schnabel ist die Hand zum Greifen geworden. Auch viele Säuger greifen mit dem Maul, aber dann braucht der Hals in der Regel nicht hervorragend lang zu sein, weil die übrige Wirbelsäule fast durchaus beweglich ist.

Die Länge der Halswirbelsäule der Vögel beruht einesteils auf Verlängerung der Wirbelkörper, andernteils — und dies ist, wie schon berührt, besonders merkwürdig — auf Vermehrung der Zahl der Wirbel.

Der Hals der Vögel ist demgemäß — abgesehen von dem einiger ausgestorbener Echsen (*Plesiosaurus*, *Pterodactylus*) — unter allen Wirbeltieren an sich und verhältnismäßig weitaus am längsten.

Diese Verlängerung des Halses aber steht nun selbst, soweit sie bedingt wird durch Vermehrung der Wirbelzahl, nach Vorstehendem in Beziehung zu der Ausbildung der Gliedmaßen — sie ist

veranlaßt durch die ungeheuren Umbildungen, welche die Thätigkeit der Gliedmaßen an diesen selbst und am Rumpf hervorgebracht hat.

Sogar die Gestaltung des Kopfes, die Länge und Beschaffenheit des Schenkels, aber auch die Festigkeit des Zusammenhangs der Kopfknochen, die starke Verwachsung derselben hängen wieder mit jenen Ursachen zusammen. Die Aufgabe des Schnabels, dem Ergreifen der Nahrung am Ende des langen beweglichen Halses, häufig unter Aufschlagen auf den Boden zu dienen, bedingte jene Festigkeit der Verbindung der Kopfknochen.

Somit stehen alle Teile des Vogelskelettes unter dem Einfluß der Thätigkeit und der Ausbildung der Gliedmaßen.

Der Ersatz der ursprünglichen Eigenschaften des Rumpfes durch die des Halses aber zeigt sich in einer ganz eigentümlichen Verhältniszahl.

Wenn man nämlich unsere Zusammenstellung von Wirbelzahlen bei den Vögeln vergleicht, so wird man finden, daß die Zahl der Halswirbel überall ungefähr in dem Maße größer geworden ist, als die Verwachsung von Wirbeln mit dem Becken zugenommen hat: in der Regel ist die Zahl der Halswirbel (A) ungefähr ebenso groß wie die Zahl der mit dem Becken verwachsenen Wirbel (B), z. B.

	A.	B.
Strauß afrikanischer	20	19
» neuholländischer	18	18
Hühnervögel	14	13—16
Tauben	13—14	13—14

Viele Singvögel und die Spechte machen eine Ausnahme, indem hier, wie schon hervorgehoben, weniger Wirbel mit dem Becken verwachsen, so daß die Zahl der Halswirbel bei ihnen meist etwas größer ist, als die der Kreuz-Beckenwirbel.

Schon bei einzelnen Papageien zeigt sich dagegen ein Überwiegen zu Gunsten der Kreuz-Beckenwirbel, ebenso bei manchen Raubvögeln und Hühnervögeln, während bei einzelnen Stelzvögeln die Halswirbel überwiegen, bei anderen umgekehrt.

Überall ist ja zu berücksichtigen, daß außer der Zahl der Halswirbel die Länge derselben noch in Betracht zu ziehen sein wird, will man das richtige Verhältnis feststellen.

Indessen ist hervorzuheben, daß es auch kurze Vogelhälse giebt, welche verhältnismäßig viele Wirbel haben. So hat die Lachtaube deren 14, andere Tauben haben 13, Haushuhn, Fasan und Pfau, dann Sperber 14, ebenso hat der Steinadler zuweilen 14, sonst, wie die meisten Raubvögel, 13.

Auch hier besteht die gewöhnliche Beziehung im Zahlenverhältnis der Hals- und der verwachsenen Beckenwirbel, wie die Tabelle zeigt.

Aber hier beruht die große Anzahl der Halswirbel nicht auf der Länge des Halses, sondern wohl auf der großen Beweglichkeit desselben.

Wichtig für die Erklärung der Verlängerung des Halses ist ferner die hierhergehörige Thatsache, daß oft Vogelhälse von wesentlich gleicher Länge eine verschiedene Zahl von Wirbeln haben, und zwar bei ganz nahe verwandten Formen. So hat die Graugans 16—17, die Saatgans, weißstirnige Gans und Ringelgans 19, *Podiceps* 18—20, *Colymbus*-Arten nur 14, Lachtauben 14, andere Tauben 13, Sperber 14, die anderen Raubvögel meist 13, Steinadler zuweilen 14, gewöhnlich aber ebenfalls 13.

Schon diese Zahlen zeigen, daß eine Vermehrung von Halswirbeln leicht vor sich gehen muß. Es ist aber eine solche Vermehrung bei allen Vögeln gegenüber den verwandten Reptilien überhaupt vor sich gegangen und ebenso, wie wir schon gesehen haben, bei fossilen Reptilien (*Plesiosaurus* und *Cimoliasaurus*).

Andererseits ist zu berücksichtigen, daß bald Vermehrung, bald Verlängerung der Halswirbel, bald beides bei der Verlängerung des Halses in Frage kommt. Endlich darf nicht außer acht gelassen werden, daß die Halswirbel in gleicher Weise, wie sie sich leicht vermehren und verlängern, auch leicht sich verkürzen, wie der Hals der Cetaceen zeigt.

Aber noch ein wichtiger Satz muß hervorgehoben werden: die Länge des Halses der Vögel steht auch in Beziehung zur Länge der Beine: je länger diese, um so länger ist auch der Hals. Beispiel: Stelzvögel und Strauße im Gegensatz zu den niedriggestellten kleinen Singvögeln, welche die wenigsten Halswirbel haben.

Cope macht darauf aufmerksam, daß ein solches Verhältnis bei den Säugern zwischen Vordergliedmaßen und Hals besteht: der Hals ist hier um so länger, je länger die Vordergliedmaßen sind.

Daraus wird man schließen müssen, daß die Länge des Halses wirklich mit einer Dehnung desselben zusammenhängt: je länger die Beine sind, um so mehr brauchen die Tiere einen langen Hals zum Zweck der Nahrungsaufnahme.

Besonders stark verlängert sind dementsprechend die Halswirbel langhalsiger Vögel da, wo der lange Hals nicht mit durch eine Vermehrung der Halswirbel bedingt ist, sondern nur eben durch Verlängerung der von vornherein vorhanden gewesenen.

Darauf, daß die Länge des Halses bei Säugern in Zusammenhang steht mit dem Greifen der Nahrung durch die Kiefer oder durch Hände, habe ich im Vorstehenden schon hingewiesen.

Für sämtliche Vögel aber gilt der Satz, daß alle Teile ihres Skelettes unter dem Einfluß der Thätigkeit und der Ausbildung der Gliedmaßen stehen.

Wie weit dies auch für andere Wirbeltiere zu sagen ist, soll weiterhin behandelt werden. Aber bei den Vögeln steht die Thätigkeit und die Ausbildung der Gliedmaßen weiter auch in Beziehung zur Atmung und ist mit Ursache der ganz besonderen Einrichtungen, welche in Beziehung auf diese bei den Vögeln geworden sind.

Weil der Brustkorb infolge des festen Stehens der Vögel auf den Hintergliedmaßen wenig beweglich werden mußte, konnte er nicht mehr die Ausdehnung der Lungen mit besorgen, welche für das große Atembedürfnis dieser Tiere genügt. Damit hängt es zusammen, daß die Lungen klein, wenig ausdehnbar wurden, dagegen eine hervorragende Rolle bei der Durchleitung von Luft in die sich bildenden Luftsäcke und in die Knochen spielten, in welch letzteren auf Grund von Verteilung von Haargefäßen eine wenn wohl meist nur wenig ausgiebige Atmung stattfindet. In gleicher Weise wie die Hintergliedmaßen sind aber die Vordergliedmaßen, bezw. ist deren Thätigkeit bei der Festigung des Brustkorbes beteiligt dadurch, daß infolge dieser Thätigkeit das große Brustbein entstanden und durch Schlüssel- und Rabenbeine und Schulterblätter so ausgiebig mit dem Oberarmknochen, andererseits aber durch die Rippen mit dem Brustkorb in Verbindung getreten ist.

Ein Schüler von mir, Herr Max Baer, welcher mit der Untersuchung der Atemeinrichtungen der Vögel beschäftigt war [1]), kam in dieser streitigen Frage zu folgendem Ergebnis:

Bei der gewöhnlichen Atmung erweitert sich der ventrale Teil des Brustkorbs durch mäßiges Auseinandertreten der Rippen etwas, zugleich hebt sich das Brustbein mit Raben- und Schlüsselbeinen bei der Einatmung, wobei Gelenkung zwischen den sternalen und vertebralen Rippen stattfindet. Diese Erweiterung des Thorax, die Hebung des Brustbein-Schlüsselbeinapparates und die bei der Ausatmung erfolgende entgegengesetzte Bewegung geschieht infolge der Füllung, bezw. teilweisen Entleerung der Luftsäcke. In den Luftsäcken findet keine Atmung statt, wohl aber in den Knochen.

Treibt man dem Vogel einen Luftstrom in die Nasenlöcher, während man den Oberarm geöffnet hat, so hört die Atembewegung ganz oder fast ganz auf, indem die die Lungen und Knochen durchströmende Luft die Atmung besorgt.

Während des Fliegens wird ein solcher Luftstrom ebenfalls durch die Nasenlöcher ein- und ausströmen dadurch, daß die unter den oberen Enden der Oberarme gelegenen Luftsäcke (axillares) bei der Flugbewegung abwechselnd erweitert und zusammengedrückt werden.

So wird während des Fliegens die Atembewegung des Thorax gleichfalls aufgehoben oder doch sehr verringert werden. Und dies ist deshalb notwendig, weil der Thorax den Vordergliedmaßen während des Fliegens durchaus festen Rückhalt auch im Brustbeingebiet gewähren muß.

So steht also nicht nur der ganze Skelettbau der Vögel, sondern es stehen auch bei ihnen die merkwürdigen Einrichtungen der Atmung mit der Ortsveränderung, bezw. mit der Thätigkeit und der Ausbildung der Gliedmaßen in Zusammenhang: eine Thätigkeit, welche besondere Gestaltung hervorruft, bedingt immer wieder eine

---

[1]) M. Baer, Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Physiologie der Atemwerkzeuge bei den Vögeln. Tübinger Zoologische Arbeiten Bd. II No. 3.

andere — jeder Organismus ist ein Ganzes, dessen einzelne Teile durchaus in Thätigkeit und Gestaltung voneinander abhängen.

Es giebt aber auch sehr merkwürdige besondere, außerordentliche Thatsachen bezw. Einrichtungen, welche unsere Ansichten in hervorragendem Maße stützen. Eine solche ist für die Vögel von Gadow behandelt und zu Gunsten der Vererbung erworbener Eigenschaften verwertet worden [1]).

Der zu den Hühnervögeln gehörige *Opisthocomus cristatus* ist durch einen großen Kropf ausgezeichnet, welcher sich von den oberen Enden der Coracoide bis 2 cm unter den hinteren Rand des Brustbeins herab erstreckt. Der Kropf ist sehr dickwandig und ruht unmittelbar auf dem Brustbein. Dadurch sind mehr als zwei Dritteile der Länge des Brustbeinkammes niedergedrückt, oder besser: der Kiel ist abwärts geschoben, sein vorderer Rand aber ist weit ausgezogen. Der mittlere Gabelbeinansatz ist mit diesem ausgezogenen Vorderrand des Kiels verschmolzen und ebenso mit der Spina sterni zwischen den Füßen der zwei Coracoide. Die Schlüsselbeine sind so niedergedrückt, daß sie mit den Rabenbeinen parallel stehen. Die oberen Enden der Schlüsselbeine endlich sind mit den oberen Enden der Rabenbeine verwachsen.

Auch der Musculus pectoralis ist vom Kropf beeinflußt, denn er ist viel weicher und dünner da, wo er von demselben bedeckt wird. Der zweite Brustmuskel, der M. supracoracoideus s. subclavius, ist insofern beeinflußt, als er infolge des Zurücktretens des Brustbeinkammes und der Länge des Lig. crist. claviculare in großer Ausdehnung von diesem Ligament entspringt und sich an seinen Nachbar anlegt.

Infolge der großen Ausbildung des Kropfes ist der Muskelmagen verkleinert und verdünnt, denn der erstere hat die mechanische Arbeit der Vorbereitung der Nahrung für die Verdauung fast ausschließlich übernommen. Infolge seiner Ausdehnung sind Drüsen- und Kaumagen auch weit nach hinten gerückt.

Auch das Herz hat eine schmale und konisch verlängerte Form angenommen, wahrscheinlich infolge des Druckes der Eingeweide.

Der obere Teil des Thorax ist verengert: er konnte sich wegen des ihm aufliegenden Kropfes nicht ausdehnen.

Opisthocomus zeichnet sich vor allen Vögeln ferner aus durch die Stärke und Breite seiner Rippen: die meisten sind so breit, daß sie einander beinahe berühren. Die Processus uncinati sind nicht mehr gesondert vorhanden, sondern in die zugehörigen Rippen einbezogen. Vielleicht widerstand so der Brustkorb weiterem Druck und konnte nur so den mächtigen Kropf tragen.

Die Niederdrückung des Gabelbeines, seine teilweise Verbindung mit

---

[1]) Hans Gadow, Cambridge, Crop and Sternum of *Opisthocomus cristatus*, a contribution to the question of the correlation of organs and the inheritance of acquired characters. Reprinted from the »Proceedings« (3. Ser. Vol. II. No. 2) of the Royal Irish Academy. Dublin 1892.

dem Brustbein, die Verschiebung des vorderen Kielrandes, welche der Kropf hervorbrachte, kommt nun auch bei anderen Vögeln mit großem Kropf vor. Die Tauben haben einen großen Kropf. Wahrscheinlich war derselbe auch bei *Pegohaps* und *Didus* vorhanden. Hier sind die Schlüsselbeine bis auf kleine Splitter zurückgebildet. Bei allen lebenden Tauben sind die Schlüsselbeine trotz des guten Fliegvermögens ebenfalls sehr zart und leicht einwärts gegen die Wirbelsäule gebogen, nicht auswärts, wie in der Regel bei den Vögeln. Der Kropf wird vom vorderen (oberen) Brustbeinrande getragen.

Die Papageien haben ebenfalls einen großen, wenn auch dünnwandigen Kropf. Die Schlüsselbeine mancher Gattungen sind ähnlich denen der Tauben gestaltet.

Bei den Hühnervögeln, welche einen oft großen und schweren Kropf haben, ist das Gabelbein in der Regel auswärts gekrümmt, der Brustbeinkamm ist hoch, aber sein vorderer Rand ist so weit ausgeschnitten, daß der Kropf damit nicht in Zwiespalt kommt. Bei *Meleagris* ist das Gabelbein niedergedrückt und gerade und gleicht dadurch sehr demjenigen von *Pegohaps* und *Opisthocomus*.

Bei allen anderen Vögeln mit Kropf wird derselbe von dem Raum zwischen den Schlüsselbeinen aufgenommen.

Die Entwicklungsgeschichte zeigt, daß die beschriebenen eigenartigen Verhältnisse des *Opisthocomus* schon sehr früh auftreten: sehr früh nimmt der Kropf seine eigentümliche Gestalt an, lange bevor er thätig ist. Dasselbe gilt für einige der damit zusammenhängenden Veränderungen des Brustbeinapparates.

Somit sind diese Eigenschaften vererbt.

Den Ausführungen des Herrn Gadow möchte ich hinzufügen, daß die Schlüsselbeine aller unserer Hühnervögel dünn sind und verhältnismäßig gerade stehen, fast, wenn auch nicht ganz so wie bei den Tauben (*Numida*, *Gallus*, *Paro*, *Tetrao* u. a.).

Die auffallendsten und größten Unterschiede zeigen die Schlüsselbeine in Beziehung auf die erwähnten Eigenschaften unter den Raubvögeln. Hier sind dieselben bei den Eulen verhältnismäßig dünn und gerade oder sogar noch stärker, als bei den Tauben nach einwärts gebogen. Dünn sind sie besonders im unteren Teil und hier sehr dünn und auch erheblich nach einwärts gebogen, z. B. bei *Strix aluco*.

Die breitesten Schlüsselbeine, auch unten die breitesten und hier wie ein Knochen ineinander übergehend, ferner die am meisten in ihrem oberen Teil auswärts gebogenen unter allen Vögeln haben die Adler und Geier. Diese Gabelbeine scheinen sehr geeignet für das Auflegen des nach Übermaß von Nahrungsaufnahme stark gefüllten Kropfes, der allerdings, wie auch bei den Eulen, nur ein falscher ist. Auch die Eulen verschlingen ungeheure Mengen von Nahrung. Hier mußte also der Kropf von außen auf das Gabelbein drücken und dasselbe wie bei den genannten anderen Vögeln zum Schwund gebracht haben. Ich bin im Augenblick nicht in der Lage, diese Frage zu prüfen.

So kann vielleicht der Schwund des unteren Teils des Gabelbeins bei Papageien auf Druck durch den Kropf zurückgeführt werden. Aber der Pfefferfresser, welcher keinen Kropf hat und zerkleinerte Nahrung zu sich nimmt, zeigt denselben Schwund und außerdem fast gerade Schlüsselbeine. Auch die Spechte haben keinen Kropf, nehmen kleine Nahrung auf und besitzen dennoch sehr dünne Schlüsselbeine.



Abb. 64. Skelett von *Strix aluco*.

Daraus ist zu schließen, daß außer dem Kropf noch andere Verhältnisse, und zwar vorzugsweise wohl das Verhalten der Muskeln bezw. die Art des Fliegens, für den Schwund und auch für die Stellung der Schlüsselbeine maßgebend sind.

Die Muskeln, welche sich daran ansetzen, sind M. pectoralis major und medius, tensor patagii longus und brevis, sowie der biceps.

Bei Fliegern mit starken, kräftigen Schwingen, wie bei Geiern und Adlern, werden diese Muskeln durch ihren Ansatz eine Verstärkung der Schlüsselbeine bedingt haben, während sie bei den leichtfliegenden Eulen nicht in derselben Weise wirksam gewesen sind. Dagegen verdanken die auffallend kräftigen, stark vorwärts gebogenen Schlüsselbeine des Pinguins offenbar der starken Thätigkeit der genannten Muskeln bei der Bewegung der Flossen ihre Ausbildung (s. Abb. 44). Denselben Bau bei ansehnlicher, wenn auch geringerer Stärke haben die Schlüsselbeine bei anderen tauchenden Vögeln: besonders bei Lummen, *Colymbidae*, *Podiceps* sind sie kräftige, seitlich zusammengedrückte, also bandartige Spangen. Die Lummen schwimmen unter Wasser mit durch Bewegung der Flügel. Vielleicht geschehen Schwimmbewegungen mit den Flügeln auch bei anderen Tauchern.

Skelett der Frösche und Kröten. Ein merkwürdiges Seitenstück zu dem Gerippe der Vögel bietet das der schwanzlosen Lurche in

Beziehung auf die Umänderung der Gestaltung auf Grund bestimmter Ursachen.

Wie ungeheuer verändert ist das Gerippe eines Frosches oder einer Kröte gegenüber dem eines geschwänzten Lurches! — und doch ging es aus einem solchen Schwanzlurchskelett ontogenetisch und phylogenetisch hervor.

Wie beim Vogel ist hier der Rumpf verkürzt durch Verkürzung der Rumpfwirbelsäule, dadurch daß ein großer Teil derselben geschwunden ist.

Die mächtigen Hintergliedmaßen mit dem gewaltigen Becken und daneben die Vordergliedmaßen mit dem Brustgürtel beherrschen das ganze Skelett der Anuren.

Am meisten in die Augen springend ist dies z. B. am Skelett von *Pipa*, wo nur noch 7 getrennte Rumpfwirbel erkennbar sind gegen 9



Abb. 65. Skelett von *Pipa surinamensis.*

beim Frosch, und wo die mächtigen Schulterblätter und der ungeheure Brustschild, die großen von den Querfortsätzen der Kreuzwirbel gebildeten flügelartigen Platten zur Verbindung mit dem Becken, wo endlich das starke Becken und die gewaltigen Hintergliedmaßen dergestalt in den Vordergrund treten, daß außer ihnen fast nichts vom Skelett übrig ist.

Auch die Verwachsung der Schwanzwirbel zu einem einzigen stabartigen Steißbein hängt mit der Ausbildung der Hintergliedmaßen, bezw. des Beckens zusammen: die Schwanzwirbel sind mit den Kreuzwirbeln

vollkommen verwachsen und so lang, wie das Becken ist, hat sich das Schwanzskelett zwar erhalten, aber seine Wirbel sind infolge von andauerndem Nichtbewegtwerden untereinander verwachsen.

Der Rumpf der Anuren und damit der ganze Körper dieser Tiere ist ein Rest des viel längeren Körpers der Schwanzlurche, ein »Rumpf« im wahren Sinne des Wortes, der auf dem mächtigen Gestell der Gliedmaßen steif und fast unbeweglich im Gang oder durch Hüpfen daher bewegt wird. Die Einrichtung übertrifft in ihrer Eigenart noch die des Rumpfes der Vögel dadurch, daß der Hals so gut wie ganz fehlt und der große Kopf sich unmittelbar vor dem Schultergürtel ansetzt.

Was sollten diese stumpfsinnig in die Welt schauenden Tiere, die nur heimtückisch, unbeweglich auf Beute lauern, auch mit einem langen Halse anfangen? Der Hals ist ersetzt durch die Beine, mittelst welcher sie unvermutet auf die Beute loshüpfen, um dieselbe zu ergreifen, und bei den Fröschen ist er ferner ersetzt durch die weit vorklappbare Zunge.

Skelett der Schleichenlurche, Schleichenechsen und Schlangen. Die Vögel sind offenbar aus echsenartigen Reptilien hervorgegangen, die schwanzlosen Lurche aus geschwänzten, aus Molchen, gleichfalls von echsenähnlicher Gestalt und entsprechenden Grundeinrichtungen des Gerippes. Anuren und Vögel treffen also in solch echsenartigem Ausgangspunkt zusammen. Von ihm aus haben sich in beiden Fällen die wunderbaren Umbildungen des Skelettes gestaltet, welche wir hervorgehoben haben — infolge hochgradiger Thätigkeit und mächtiger Ausbildung der Gliedmaßen, besonders der hinteren.

Je mehr dagegen in anderen Fällen an solchen molch- oder echsenartigen Wesen die Gliedmaßen zurücktreten, um so länger wird der Rumpf, um so größer die Zahl seiner Wirbel.

Molche mit schwachen, nur wenig gebrauchten Gliedmaßen, wie *Amphiuma*, *Proteus* u. a., dann aber die Gymnophionen, die Blindschleichen, *Pseudopus* und vor allem die Schlangen zeigen dies zur Genüge. Es wird der Eindruck erweckt, als ob durch die Ausbildung der Gliedmaßen ein großer Teil des Baustoffes des Rumpfes verbraucht, daß der Rumpf gewissermaßen aufgezehrt würde. Treten dagegen die Gliedmaßen in der Ausbildung zurück, gehen sie gar verloren, so werden die Mittel für den Rumpf wieder frei und derselbe verlängert sich wieder unter Vermehrung der Zahl der Wirbel, er kehrt zu seinem ursprünglichen Zustand zurück.

Aber diese Betrachtungsweise kann die Thatsachen nicht allein erklären.

Zwar ist wohl vorauszusetzen, daß die Wirbeltiere ursprünglich von gliedmaßenlosen vielgliedrigen Tieren ihren Ursprung genommen haben. Sollte jedoch davon ausgegangen werden dürfen, daß solche Vorfahren, ähnlich Schlangen, mit über 300 Wirbeln gewesen seien? Denn zu solchen Schlangen haben sich Echsen umgebildet.

Allerdings giebt es Haie und Ganoiden mit nahe an 400 Wirbeln und

bei näherer Überlegung wird man also in entsprechend vielgliedrigen, gliedmaßenlosen Urformen nichts so sehr Abenteuerliches finden können, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte. Zudem giebt es Echsen mit sehr zahlreichen Wirbeln. *Iguana* hat deren etwa 90. Darunter entfallen 64 auf den Schwanz. Ein ähnliches Verhältnis besteht bei anderen Echsen, auch bei Krokodilen. Und die hinteren Wirbel des langen Schwanzes sind bei diesen Tieren — wie auch sonst häufig — verkümmert, so daß auf einen ursprünglichen Zustand zu schließen ist, in welchem die Vielgliederung eine noch vollkommenere war.

Der Annahme, daß die Verlängerung und Mehrgliederung des Körpers nach Zurücktreten der Gliedmaßen ausschließlich auf der Rückkehr zu einem ursprünglichen Zustande unter Freiwerden vorher durch Gliedmaßen gebundenen Bildungsstoffes beruhe, dieser Annahme ist das Verhalten der Halswirbelsäule bei den Vögeln nicht günstig, denn es liegt hier offenbar eine Verlängerung vor, welche nicht als Rückkehr zu einem ursprünglichen Zustand wird aufgefaßt werden dürfen. Nicht deshalb, weil es sich dabei um eine Vermehrung von Wirbeln, um Entstehung von neuen, ursprünglich nicht vorhandenen Wirbeln handelt — auch bei den Schlangen haben wir eine Vermehrung von Wirbeln gegenüber den Echsen. — In beiden Fällen würde selbstverständlich die Vermehrung der Annahme einer Rückkehr auf frühere Zustände sich einfügen lassen. Allein man findet kein ursprüngliches unter ursprünglichen Verhältnissen, nämlich im Wasser lebendes Wirbeltier, keinen Molch, dann auch keine Echse, welche einen so langen Hals hätte, wie er bei vielen Vögeln vorkommt. Nur einige ausgestorbene Reptilien, wie *Plesiosaurus*, *Pterodactylus*, ebenfalls umgebildete Formen, haben, wie schon bemerkt, Ähnliches aufzuweisen.

Man wird also wohl schließen dürfen, daß der lange Hals der Vögel etwas Neueres darstellt, daß eine Anzahl Wirbel in demselben neu gebildet worden ist.

Und demgemäß wird man auch die Annahme nicht zurückweisen dürfen, daß derselbe Vorgang bei der Entstehung einer Schlange aus einer Echse mit maßgebend gewesen sein könnte.

Ist dem aber so, so bleibt uns zur Erklärung der zu Grund liegenden letzten Ursachen nur die Zuhilfenahme des bestimmt gerichteten organischen Wachsens, begünstigt durch die Thätigkeit, das Strecken und das starke Biegen der Teile des Rumpfes, beim Kriechen, beim Gebrauch des Halses. Begünstigt wird es jedenfalls im ersteren Falle auch durch Freiwerden von Bildungsstoff, nach dem Zurücktreten der Gliedmaßen, entsprechend der Behandlung, welche ich der Frage schon in meiner »Entstehung der Arten« I S. 173 ff. habe zu teil werden lassen.

Skelett der Waltiere. Bei diesen Säugern ist das Gerippe in höchst bemerkenswerter Weise im Sinne des Fischskelettes um- und zurückgebildet und zwar der Rumpf sowohl wie die Gliedmaßen.

Die Vordergliedmaßen sind in der beschriebenen Weise zu Flossen

geworden, die Hintergliedmaßen meistens geschwunden, nur Beckenreste sind stets noch übrig. Ebenso ist das Brustbein rückgebildet.

Der Hals ist fast bis zum Schwinden verkürzt durch Rückbildung der Halswirbel, welche dergestalt an Längendurchmesser abgenommen haben, daß teilweise nur noch dünne scherbenartige Reste von ihnen vorhanden sind.

Im wesentlichen haben dieselben Umbildungen stattgefunden am Skelett der Sirenen und an dem des **Ichthyosaurus.** Hier hat überall wieder die Lebensweise Veranlassung zur Umbildung gegeben und wiederum ferner die besondere Rolle, welche den Gliedmaßen unter den neuen Verhältnissen zufiel. Der Körper begann im Wasser sich zu bewegen nach Art desjenigen der Fische. Die Vordergliedmaßen wurden zu Flossen, die wohl wie bei den Fischen mehr zum Steuern als zur Vorwärtsbewegung dienen, die Hauptbewegungsursache wurde in den meisten Fällen in den Schwanz verlegt.

So ist auch die Gelenkung der Wirbel aneinander ähnlich derjenigen der Fische geworden. Nicht mehr Gelenkkopf und Gelenkpfanne, sondern eine Verbindung durch Zwischengelenkscheiben ist vorhanden, welche den einzelnen Wirbeln aneinander keine starke Seitenbewegung — nur Drehung gestattet, sondern nur einer größeren Strecke der Wirbelsäule, dadurch daß sich jeder Wirbel am anderen um ein Weniges verschiebt. Bei den Walen ist die Beziehung der Einrichtungen der Wirbelsäule zu derjenigen vieler Fische so weit gediehen, daß auch die oberen Bogen in ähnlicher Weise aneinander gelenken, wie es bei manchen Fischen der Fall ist: zwei nach vorn gerichtete Fortsätze der oberen Bogen nehmen, wie schon erwähnt, je den Dornfortsatz des nächst vorderen Wirbels zwischen sich.

Es ist klar, daß diese Einrichtungen eben mit der neuen Aufgabe der Wirbelsäule, bezw. des Schwanzes als Bewegungswerkzeug, mit der Außerdienstsetzung der Hintergliedmaßen in Zusammenhang stehen.

Es ist also auch hier die Umbildung der Gliedmaßen für die ganze Gestaltung des Gerippes wesentlich maßgebend geworden.

Die Verkürzung des Halses aber erklärt sich, wie früher schon ausgeführt, aus dem Nichtgebrauch desselben zu seitlichen Bewegungen. Beim Durchschneiden des Wassers, den Kopf voran, muß das Tier den Hals steif halten, entsprechend den Verhältnissen bei den Fischen, wo ein Hals gar nicht vorhanden ist. Cope hebt außerdem hervor, daß die Wale einen drehbaren Hals deshalb nicht brauchen, weil sie im Wasser den ganzen Körper zu drehen vermögen.

Skelett des Menschen und der Menschenaffen. Betrachtet man diese Skelette von dem von mir vertretenen Gesichtspunkte aus vergleichend, so tritt die Bedeutung des Gebrauchs für die Ausbildung der Gliedmaßen und deren Einfluß auf die ganze Gestaltung des Gerippes überraschend in die Augen. Nachdem ich aber diesen Vergleich im einzelnen schon

durchgeführt habe, bleibt mir hier nur übrig, noch einen allgemeinen Überblick zu geben.

Vor allem fällt der Unterschied auf in der Ausbildung der Vordergliedmaßen bei Menschen und Affen.

Lang und kräftig sind Arme und Hände bei den Menschenaffen — beim Menschen schmächtig —, die Arme dünn gearbeitet, in fast ängstlich sich ausnehmender Zartheit: hochgradige Verkümmerung gegenüber von jenen. Dagegen sind die Beine, besonders die Oberschenkel beim Menschen lang und kräftig, bei den Menschenaffen kurz, die Füße bilden dort kräftige Gewölbe zum festen Stehen, hier sind sie Greiffüße.





Abb. 66. Skelett von Orang und Mensch.

Das Becken ist beim Menschen in allen seinen Teilen fest, abgerundet, kräftig, wenn auch nicht groß; die Kreuzbeinwirbel sind fest verwachsen. Bei den Menschenaffen ist das Becken dünn, besonders sind dies die Darmbeine. Diese sind ferner nicht beckenartig gewölbt, sondern stellen noch mehr platte Schaufeln dar. Die Kreuzbeinwirbel sind nicht alle so fest verwachsen wie beim Menschen, wenn auch deren mehr vorhanden sind, als hier.

Die aufrechte Stellung des Menschen gegenüber der gebückten der Menschenaffen hängt nun mit der Festigkeit der Gliedmaßen zusammen und bedingt wiederum die geringere Ausbildung der Dornfortsätze der Hals- und Brustwirbel bei ersterem gegenüber letzteren.

Abgesehen von der Verschiedenheit der Gestalt des Schädels sind es also wiederum die Gliedmaßen, ist es die Thätigkeit derselben, welche wesentlich die so sehr in die Augen springende Verschiedenheit des Skelettes von Menschen und Menschenaffen bedingt.

Worauf in letzter Linie die aufrechte Stellung des Menschen zurückgeführt werden muß, ist eine Frage für sich. Joh. Ranke bezeichnet die in die Mitte der Schädelbasis gerückte Lage des Hinterhauptsloches und in letzter Linie die Zunahme des Gehirns, welche diese Lage bedingt hat, als Ursache. Bei den Menschenaffen liegt das Hinterhauptsloch mehr hinten, und so muß bei ihnen der Schädel an der Halswirbelsäule durch das Nackenband getragen werden[1]).

Deshalb haben in der That, wie schon hervorgehoben, nur die großen Menschenaffen mit den schweren Schädeln, nicht aber *Hylobates*, die starken Halswirbeldornfortsätze und auch unter den übrigen Affen kommen sie nur zusammen mit besonders schweren Schädeln vor, so bei den Pavianen, z. B. *Cynocephalus hamadryas*, *Papio maimon* u. a., während sie den Affen mit weniger schweren Schädeln fehlen — sie sind bei jenen Affen übrigens vorhanden, obschon dieselben nicht aufrecht gehen — der schwere Kopf muß eben getragen werden, wie der der Wiederkäuer getragen werden muß, wodurch der mächtige Widerrist erzeugt wurde.

Die Verschiedenheit der Kopfform zwischen Menschen und Menschenaffen ist ebenfalls zurückzuführen auf den Gebrauch und die Ausbildung der Teile: die Gräten bei den Affen auf die Muskeln, die Prognathie auf den Gebrauch der mächtigen Kiefer und auf das Zurücktreten des Hirnschädels infolge geringerer Ausbildung des Gehirns.

Vor einigen Jahren hat man bekanntlich auf Java Knochen eines Menschenaffen ausgegraben, welcher unter allen bis jetzt bekannten dem Menschen am ähnlichsten gewesen, wie aus dem gefundenen linken Oberschenkelknochen geschlossen wird, auch aufrechten Gang gehabt haben muß. Die Schädeldecke ist sehr groß: 185 mm lang, im hinteren Drittel der Länge 130 mm breit, die Entwicklung der Augenbrauenbogen ist gering, ähnlich *troglodytes* in einem Alter, welches dem eines siebenjährigen Kindes entspricht. Schädelkapazität etwa 2,4mal größer als im Durchschnitt beim Schimpanse, das Gehirn war etwa das

---

[1]) Joh. Ranke, Über die aufrechte Körperhaltung der menschenähnlichen Affen und über die Abhängigkeit der aufrechten Körperhaltung des Menschen vom Gehirn. Innsbrucker anthropol. Versammlung, Korrespondenzblatt der deutschen Gesellsch. f. Anthropologie. No. 10. Okt. 1894.

2,3fache von dem des Gorilla, groß — unter allen Anthropomorphen das größte: zwei Drittel eines Menschenhirns. Dieser *Pithecanthropus erectus* ist verwandt mit *Hylobates.* Man fand die Knochen im altdiluvialen Tuff eines alten Strombettes[1]).

Zusammenfassung der Ursachen der Umbildung des Skelettes. Daß die gewaltige Verstärkung und die Umbildungen, welche die Gliedmaßen der höheren Wirbeltiere erfahren haben, auf Gebrauch, auf Thätigkeit zurückzuführen sind, wird niemand bestreiten wollen, der die im Vorstehenden hervorgehobenen Thatsachen vorurteilslos zu beurteilen im stande ist.

Und ebenso wenig kann man den ungeheuren Einfluß leugnen, welchen wiederum die Ausbildung einzelner Theile, z. B. der Gliedmaßen bezw. eben deren Thätigkeit auf das ganze Skelett gehabt hat. Eine mechanische Einrichtung um die andere schließt sich als Folge an jene erste an und jedes Gerippe stellt ein Gerüst dar, dessen einzelne Teile allen mechanischen Anforderungen des Ganzen genügen. Aber nicht nur dies: mit den Einrichtungen des Knochengerüstes stehen die zahlreicher anderer Teile in Folgebeziehung, wie z. B. die beschriebenen Atemeinrichtungen der Vögel zeigen.

Die Wirkung eines Teiles auf andere ist also nicht nur eine unmittelbare, sie kann auch eine mittelbare sein. Es kann sogar eine Einrichtung eines Organsystems mittelbar neue Einrichtungen desselben Organsystems hervorrufen: die Unbrauchbarkeit der Vordergliedmaßen der Vögel zu allem Greifen und die Unbeweglichkeit des Rumpfes, welche wieder mit der nötigen Befestigung der Vordergliedmaßen durch Muskeln und mit der starken Ausbildung der Hintergliedmaßen zusammenhängt, bedingte, wie schon bemerkt, offenbar die Verlängerung des Halses dieser Tiere durch Verlängerung und sogar Vermehrung der Halswirbel.

Hier wie bei der Verlängerung des Rumpfes nach Wegfallen der Gliedmaßen (Schlangen, Schleichenechsen, Schleichenlurche) ist wohl nur bei der Verlängerung mancher Schwänze, wie ich hervorgehoben habe, die Thätigkeit, auch ein Strecken im Lamarck'schen Sinne mit im Spiel. Aber es kommt dazu offenbar noch die Wirkung freigewordenen Stoffes und freigewordener Kräfte, welche sich in einem Wachsen nach bestimmter Richtung, in Vermehrung der Wirbel äußert, in einer Art aktiv thätigen Ausgleiches oder in Wachstumsausgleich, Wachstumskompensation.

Umgekehrt verbraucht starke Ausbildung einzelner Teile Stoffe und Kräfte anderer Teile, verzehrt diese, bringt sie zur Rückbildung oder doch zur Verkleinerung: Verzehrungsausgleich, Verzehrungskompensation.

---

[1]) *Anthropopithecus erectus* Eug. Dubois. Tijdschrift van het kon. Nederl. Aardrijkskundig Genootschap. 2. Ser. Deel X No. 2. Leiden, 31. März 1893.

Eugen Dubois, *Pithecanthropus erectus.* Eine menschenähnliche Übergangsform aus Java von Eug. Dubois, mit 2 Tafeln und 3 in den Text gedruckten Figuren. Batavia, Landesdruckerei 1894.

Dazu kommt Rückbildung infolge von Unthätigkeit, Nichtgebrauch der Teile an sich.

Diese Ursachen: Thätigkeit, Unthätigkeit, Wachsen nach bestimmter Richtung oder bildungsthätiger aktiver Ausgleich und endlich verzehrender oder Reduktionsausgleich — sie sind es, welche die Umbildung des Skelettes bedingen, dazu kommt noch eine weitere, ein unbedingtes, nicht mit Kompensation in Zusammenhang stehendes organisches Wachsen, welches sich äußert in Neubildung, wie in Entstehung neuer Knochen bei Erweiterung des Schädels, in Verknöcherung ursprünglich knorpeliger oder bindegewebiger Teile u. a.

Überall sind physiologische Ursachen bei der Umbildung der Form wirksam.

Das Urwirbeltier. Zum Schlusse unserer Ausführungen möge es gestattet sein, daß wir uns noch etwas in das Gebiet der Hypothese begeben, soweit dieselbe, auf den Grund von Thatsachen aufgebaut, dem Naturforscher gestattet ist.

Die ganze vergleichende Anatomie wie die Entwicklungsgeschichte weisen darauf hin, daß die Wirbeltiere aus von vorn bis hinten gleichartig gegliederten Wesen hervorgegangen sind. Nach den von mir hervorgehobenen Thatsachen werden diese gleichgegliederten Urwirbeltiere keine Gliedmaßen gehabt haben. Nur gliedmaßenlose Tiere können vollkommen gleichartig gegliedert gewesen sein.

Ungleichartig gegliederte Wirbeltiere sind entstanden durch den Einfluß der Gliedmaßen und die Natur hat gleichartig gegliederte Tiere aus ungleichartig gegliederten wieder erzeugt im Verfolg der Rückbildung der Gliedmaßen. So sind Schlangen aus Sauriern geworden. Auch die *Physostomi apodes* unter den Fischen, die Aale, dann die *Cyclostomen* geben Beispiele für die Bedeutung des Mangels aller Gliedmaßen oder doch des Fehlens der hinteren für die Gleichgliederung des Körpers ab.

Einen sehr merkwürdigen Gesichtspunkt für den ursprünglichen gegliederten Zustand der Wirbeltiere — abgesehen von manchen Fischen — giebt das Vorhandensein von Rippenresten am Halse. Aber auch am Schwanz sind zuweilen solche Rippenreste vorhanden, so bei Schwanzlurchen, bei den Schildkröten und selbst bei *Ornithorhynchus*. Ebenso sind Rippenreste an der Lendenwirbelsäule und selbst am Kreuzbein sogar bei den Säugern nachzuweisen.

Die gewöhnlichen Rippen der Fische sind, wie wir gesehen haben, mit den Rippen der übrigen Wirbeltiere nicht zusammenzustellen. Beschränken wir uns daher auf die Betrachtung der übrigen Wirbeltiere, so zeigen sich hier gleichartige Verhältnisse zur Beurteilung eines ursprünglichen Zustandes. Diese Tiere müssen auf eine Urform oder auf Urformen zurückgeführt werden, welche, gliedmaßenlos, vom Kopf an bis an ihr hinteres Körperende Rippen gehabt haben wie die Schlangen, vielleicht mit Ausnahme eines kurzen Schwanzteils gleich diesen. Dabei ist selbstverständlich anzunehmen, daß diese Rippen, aus bindegewebigen

Muskelscheidewänden hervorgegangen, zuerst nicht knöchern, sondern bindegewebig und dann knorpelig gewesen sein werden.

Sollten diese Rippen nicht ursprünglich — sobald sie eine gewisse Festigkeit erlangt hatten — der Ortsveränderung auf dem Lande gedient haben wie bei den Schlangen? Dann müßten die niedersten Lurche, die jetzt ständig im Wasser lebenden Fischlurche, einmal auf dem Lande gelebt haben, vielleicht wenigstens zeitweise. Dafür würden auch die von denen der Fische so verschiedenartigen Gliedmaßen sprechen. Die Gliedmaßen der niedersten Lurche sind nicht zum Schwimmen, sondern zum Gehen eingerichtet. Dazu kommt die Ausbildung einer Lunge, welche, so wenig entwickelt sie auch ist, doch auf ursprünglich wenigstens zeitweise ausschließliche Lungenatmung vielleicht schließen läßt.

Doch kann darüber nichts Bestimmtes gesagt werden und es kommt mir hier auch nicht auf die Erledigung dieser Frage an, so wichtig die Anhaltspunkte für Entscheidung in dem von mir gemeinten Sinne auch zu sein scheinen.

Ich wollte zunächst nur zeigen, daß die Vorfahren der Wirbeltiere von den Amphibien an von vorn bis hinten am Rumpfe Rippen gehabt haben und daß sie, nach den von mir hervorgehobenen Thatsachen und Gesichtspunkten zu schließen, gliedmaßenlos gewesen sein müssen.

Dazu kommt nun aber noch ein ganz eigentümliches Verhältnis bei den Vögeln darin, daß diese an allen Halswirbeln, auch dann, wenn dieselben sehr vermehrt sind, Rippenreste tragen. Dasselbe gilt für den langen, durch zahlreiche Wirbel gebildeten Hals von *Plesiosaurus*, nicht aber für den von *Pterodactylus*.

Es muß also wohl geschlossen werden, daß sich bei den Vögeln und bei *Plesiosaurus* die Halswirbel zu einer Zeit vermehrt haben, da die Halsrippen noch irgend eine Bedeutung für das Tier hatten. Dabei ist als unzweifelhaft die Annahme vorausgesetzt, daß die Vögel aus echsenartigen Reptilien hervorgegangen sind, welche überall nur wenige Halswirbel haben, so daß die Mehrzahl der Halswirbel der Vögel unbedingt auf Vermehrung beruht, wenn man nicht an ein Zurückrücken der Vordergliedmaßen am Rumpfe denken will, wozu alle Berechtigung fehlt, Da nun aber die Vermehrung der Halswirbel nach meiner Darlegung wohl nur im Zusammenhang mit der Umbildung der Vordergliedmaßen und mit dem Unbeweglichgewordensein der Rumpfwirbel zu erklären ist, so ist das Fortbestehen von noch irgendwie gebrauchsthätigen Rippen zur Zeit der Verlängerung des Halses bezw. der Vermehrung der Halswirbel schwer verständlich.

So möchte die Frage aufgeworfen werden, ob nicht bei der Vermehrung der Halswirbel die daran sitzenden in Verkümmerung befindlichen Rippen bezw. deren Anlagen sich zugleich mit den Wirbeln geteilt haben könnten?

Im Übrigen ist hervorzuheben, daß auch bei den Dinosauriern die Zahl der Halswirbel meist eine erheblich größere ist als bei den übrigen Reptilien, obschon ihre Vordergliedmaßen zum Fliegen nicht geeignet waren.

Aber hier sind meist die Hintergliedmaßen sehr verlängert und verstärkt, so daß die Tiere halbaufrecht auf denselben gingen, während die Vordergliedmaßen kurz sind. Der aufrechte Gang in Verbindung mit der Art der Nahrungsaufnahme, dem Ergreifen der Nahrung mit dem Mund, bedingte hier wohl die Länge des Halses. Aber es giebt allerdings Dinosaurier, welche noch auf allen Vieren gingen und einen langen Hals hatten: *Brontosaurus*, mit etwa 12 Halswirbeln.

Selbst wenn eine Abstammung der Vögel von solchen langhalsigen niederen Dinosauriern Beweise fände, so würde das unsere Frage immer noch nicht lösen, weil ja in der Klasse der Vögel selbst der Hals sehr verschieden lang ist und sehr verschieden an Zahl der Wirbel und weil dabei beides entschieden mit der Länge der Hintergliedmaßen zusammenhängt, dergestalt, daß die Vögel mit den längsten Hintergliedmaßen meist auch die längsten Hälse und eine große Zahl von Halswirbeln haben.

Deshalb müssen sich Halswirbel innerhalb der Klasse der Vögel selbst vermehrt haben.

Nicht nur der Rumpf des Urwirbeltiers ist gleichmäßig gegliedert gewesen von vorn bis hinten, auch der Teil, welchen jetzt der Kopf einnimmt, bestand ursprünglich aus solchen Gliedern, aus Wirbeln. Und auch er trug rippenartige Anhänge, die Kiemenbogen. So waren die Wirbeltiere ursprünglich durchaus gleichartig gegliedert wie ein Ringelwurm. »Der Mensch ist ein Wirbelbein!« rief Oken aus, als er beim Anblick des Schädels der Hirschkuh auf dem Inselberge auf den Gedanken kam, der Schädel sei aus Wirbeln zusammengesetzt. In der That, sehen wir von den Gliedmaßen ab, so besteht das Skelett des Menschen wie das der Wirbeltiere überhaupt aus Wirbelbeinen. — (Das Wirbeltier ist ein Wirbelbein!)

Es sei mir gestattet, hier einige

Bemerkungen zur **Wirbeltheorie des Schädels** einzufügen. Gegenbaur erkannte die Goethe-Oken'sche Wirbeltheorie des Schädels nicht mehr an. Neuere — Embryologen — wollen auch die Gegenbaur'sche Theorie gänzlich beseitigt wissen.

Das letztere ist gewiß vollkommen unberechtigt. Die Thatsachen über die embryonale Gliederung der Schädelbasis, welche die heutige Entwicklungsgeschichte aufgedeckt hat — zum Teil waren sie aber längst, schon vor dem Auftreten der Gegenbaur'schen Theorie bekannt — diese Thatsachen lassen sich durchaus nicht zum Sturze dieser Theorie verwerten.

Denn wenn auch diese Theorie von dem ungegliederten Selachier- bezw. Primordialschädel ausgeht, so setzt sie doch ganz selbstverständlich eine embryonale Gliederung der Schädelbasis voraus.

Aber ich bin der Ansicht, und ich habe dieselbe seit Jahren in meinen Vorlesungen stets vertreten, daß auch die Goethe-Oken'sche Wirbeltheorie teilweise wenigstens eine Berechtigung hat und daß man wird versuchen müssen, dieselbe mit den neueren Errungenschaften der Embryologie und mit der Gegenbaur'schen Theorie in Einklang zu bringen.

Ich kann mich der Überzeugung nicht entschlagen, daß die drei hinteren von Goethe aufgestellten Schädelwirbel, wenn auch nur in ihren Grund- und Seitenteilen, wirklich als solche anzuerkennen, wenn sie nicht, worauf ich alsbald zurückkomme, vielleicht je aus mehreren Wirbeln verwachsen sind.

Diese Knochen: das Occipitale basilare mit den Occipitalia lateralia, das hintere und das vordere Keilbein, je mit einem Grund- und zwei Seitenteilen (Flügeln) machen durchaus den Eindruck von Wirbelteilen: die Grundteile jedenfalls den von Wirbelkörpern. Am Hinterhauptsbein macht in der That auch der untere, knorpelig vorgebildete und selbständig entstehende Teil der Schuppe den Eindruck eines Wirbelbogenschlußstückes, obschon wir darauf keinen besonderen Wert legen wollen. Eine hervorragend wichtige Thatsache aber ist die, daß je die drei unteren und die seitlichen Teile des Hinterhauptsbeins, des hinteren und des vorderen Keilbeins sich aus besonderen Knochenkernen entwickeln, ganz wie Körper und seitliche Bogenstücke eines Wirbels. Die Entwicklung der Grund- und Seitenteile der drei Knochen deutet auch Kölliker in seiner Entwicklungsgeschichte zu Gunsten der Goethe-Oken'schen Wirbeltheorie, während diese in den Augen Anderer für einen gänzlich überwundenen Standpunkt gilt.

Um meine Auffassung mit der Gegenbaur'schen Theorie und mit der Entwicklungsgeschichte in Einklang zu bringen, wäre zweierlei als möglich vorauszusetzen: entweder, daß die Anlagen der drei knöchernen Schädelwirbel die übrigen ursprünglich thatsächlich in ihrem Bereich gelegenen embryonalen Metamerenanlagen durch starkes Wachsen allmählich verdrängen, oder aber, daß sie selbst je aus mehreren solcher Anlagen im Laufe der Entwicklung zusammengewachsen sind. Erscheint der erstere Vorgang wegen der bestehenden Entwicklung der drei Schädelwirbel als der wahrscheinlichere, so könnte für den zweiten ins Feld geführt werden, daß beim Menschen die beiden Flügelbeine verwachsen, während sie bei den meisten Säugern getrennt bleiben. Solche Verwachsungen könnten im Laufe der Zeit mehrfach stattgefunden haben und ihre Spuren könnten zuletzt bei der Anlage der Knochenkerne nicht mehr zum Ausdruck gekommen sein. Übrigens treten die Kerne in den einzelnen Teilen der in Frage stehenden Knochen verschiedentlich mehrfach auf: zu zweien im Grundteil des Orbitosphenoid und des Alisphenoid, aber, wie es nach Kölliker's Darstellung scheint, nebeneinander, nicht hintereinander; zu zwei auch im unteren Teil der Squama occipitis. Nach Maßgabe der Knochenkernanlagen in den Wirbelkörpern ließe sich dies aber für unsere Frage ohne genauere Untersuchung überhaupt nicht unbedingt verwerten, selbst wenn die Kerne hintereinander lägen[1].

Genaue entwicklungsgeschichtliche Feststellung der Ursachen und

[1] Mit Bezug auf den von Froriep in den Wirbelkörpern beschriebenen unteren Knochenkern möchte vielleicht die Vermutung ausgesprochen werden, daß derselbe Rest einer ursprünglich vorhandenen Hämapophyse sein dürfte.

der Art und Weise des allmählichen Verschwindens der ursprünglich an der Stelle der drei Schädelwirbel in der That mehrfach vorhandenen Metamere wird erst darüber Aufklärung verschaffen, ob der eine oder der andere der von mir berührten Fälle von Umbildung maßgebend ist — einer muß es wohl sein.

Die **Entstehung der Gliedmafsen** an dem ursprünglich gleichartig gegliederten, gliedmaßenlosen Urwirbeltier, zusamt der Entstehung des Brust- und Beckengürtels, wird neuerdings an der Hand der Entwicklungsgeschichte in einer Weise zu erklären versucht, gegen welche sich meine vergleichend-anatomischen und physiologischen Vorstellungen auf Grund der in dieser Arbeit mitgeteilten Thatsachen ebenso in Widerspruch befinden wie in Beziehung auf die geltende Behandlung der Frage von der Zusammensetzung des Schädels aus Wirbeln.

Ich glaube, daß man auch hier die Entwicklungsgeschichte, indem man sie allein reden läßt, gegenüber den vergleichend-anatomischen Thatsachen allzusehr und in nicht berechtigter Weise in den Vordergrund stellt.

Gliedmaßen und Brust- und Beckengürtel sollen zufolge der heutigen Annahme der Embryologen als neue Bildungen am Wirbeltierkörper entstanden und die letzteren sollen in demselben nach innen gewachsen sein und sich erst in zweiter Linie mit der Wirbelsäule verbunden haben. Wie weit die bezüglichen neuen Angaben einen Abschluß der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung bedeuten, bezw. wie weit sie als endgültige anzuerkennen sind, will ich hier nicht besprechen, noch entscheiden. Wenn sie sich auch voll bestätigen, so müssen doch die Embryologen selbst so oft zu einer »Fälschung der Entwicklungsgeschichte« ihre Zuflucht nehmen, daß wir lieber hier dasselbe thun oder daß wir vorziehen anzunehmen, es seien die entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse, auf welche man sich beruft, nicht mehr ursprüngliche, als daß wir unsere vergleichend-anatomischen Waffen ohne weiteres strecken wollen.

Die Entstehung eines zuerst frei gelegenen, mit dem Rumpf nicht in Verbindung stehenden Gliedmaßengürtels und sein Hineinwachsen von außen nach innen und ebenso die so zweckmäßige Gestaltung der einzelnen Teile der Gliedmaßen scheint mir mechanisch völlig unverständlich zu sein. Viel verständlicher ist die Voraussetzung, daß Brust- und Beckengürtel von vornherein fest mit dem Rumpfe verbunden gewesen, daß sie etwa ursprünglich Kiemenbogen oder Rippen sind, und daß sich die Gliedmaßen als Strahlen von ihnen, z. B. aus Kiemenstäben entwickelt haben, wie man eine Zeit lang angenommen hat, oder endlich, daß sie sich als neue Bildungen an sie ansetzten.

Die Frage der Homologie der Kiemenbogen und der Rippen will ich hier nicht weiter berühren. Ihre Lösung ist für mich nicht maßgebend. Es stände dem ja nichts entgegen, daß die Vordergliedmaßen an Kiemenbögen, die Hintergliedmaßen an Rippen entstanden wären.

Daß Wiedersheim seine auf Gegenbaur's Ansichten über die Entstehung

des Brustgürtels beruhende ursprüngliche Annahme, der hinterste Kiemenbogen bei *Protopterus* entspreche dem Brustgürtel und die Vordergliedmaßen seien aus den Kiementrägern hervorgegangen, zu Gunsten jener anderen rein entwicklungsgeschichtlichen aufgegeben hat, ist mir nie recht begründet erschienen. Ich mache darauf aufmerksam, daß doch die anatomischen Verhältnisse bei den Haifischen ganz einfach den hintersten Kiemenbogen als Brustgürtel ausweisen, an welchem die Vorderflossen sitzen. Auch will ich hervorheben, daß bei den Knochenfischen der Brustgürtel als ein an den Schädel angesetzter, gegliederter Bogen erscheint, welcher in Lage und Ansatz durchaus den vor ihm gelegenen Kiemenbogen entspricht.

Beim Karpfen geht, wie schon früher erwähnt, vom Brustgürtelbogen oberhalb des Ansatzes der Flossen jederseits eine lange Knochenspange ab, welche sich an das Brustbein ansetzt und sonach ganz wie ein Schlüsselbein verhält oder wie ein Rabenbein. Was den Beckengürtel angeht, so ist derselbe von den Amphibien an dergestalt gelagert, daß er, besonders bei den niederen Formen, den Eindruck macht, als sei er nichts als ein Rippenbogen wie die übrigen auch. Er schließt sich nicht immer nur hinten an die Rippen oder an deren Reste an, zuweilen ist er, gleich einer Rippe, zwischen die übrigen Rippen oder deren Reste eingefügt. In seiner einfachsten Ausbildung, bei Schwanzlurchen, gleicht er am meisten einem Rippenbogen. Und wieder bei den Riesenschlangen, wo er rückgebildet ist, nehmen sich seine zwei Reste aus wie Stücke von Rippen, an deren äußeres Ende sich die rückgebildeten Gliedmaßen ansetzen. Wenn die gliedmaßenlosen Urwirbeltiere schon Rippen oder auch nur Anlagen von solchen gehabt haben, so ist es nicht verständlich, wie der Beckengürtel, nach einwärts wachsend, sich an ihre Stelle gesetzt haben soll, indem er sie verdrängte. Aber auch wenn die Rippen nach ihm entstanden sind, ist es nicht recht verständlich, daß er sich gerade genau so an die Wirbelsäule angesetzt haben soll, wie das die später auftretenden Rippen thaten.

Man deutet wohl — auch bei den Säugern — nur den obersten Teil des Beckengürtels als Rippenrest. Aber es ist zu betonen, daß die Rippen des öfteren gleichfalls mehrfach gegliedert erscheinen und daß es demgemäß nicht Erfordernis sein kann, die übrigen Teile des Beckengürtels als neue, angesetzte Stücke zu betrachten.

Indessen ich will die ganze Frage hier nicht entscheiden; ich wollte nur einige Gesichtspunkte hervorheben, um die Zweifel geltend zu machen, welche sich mir an der unbedingten Gültigkeit der embryologischen Erklärung aufdrängen. Und ferner wollte ich Thatsachen für die Wahrscheinlichkeit der Annahme ins Feld führen, daß Brust- und Beckengürtel nichts anderes gewesen seien als Kiemen- oder Rippenbogen an dem ursprünglich gleichartig gegliederten, Rippen, bezw. bindegewebige oder knorpelige Zwischenmuskelscheidewände tragenden gliedmaßenlosen Urwirbeltier, zu dessen Aufstellung ich an der Hand der vorstehend behandelten Thatsachen gekommen bin.

Nachdem Vorstehendes schon niedergeschrieben war, erschien die Schrift von K. Gegenbaur: »Das Flossenskelett der Crossopterygier und das Archipterygium der Fische«[1]), welche im Wesentlichen ganz denselben Standpunkt insbesondere gegen die einseitige Verwertung der Entwicklungsgeschichte und zu Gunsten der vergleichend-anatomischen Betrachtungsweise vertritt, welchen ich im Vorstehenden geltend gemacht habe.

Gegenbaur hebt mit Recht hervor, seine Hypothese, der Schultergürtel entspreche einem Kiemenbogen, sei dadurch, daß die Entwicklungsgeschichte keine Bestätigung derselben liefere, nicht aufgehoben. Ältere Selachier, wie die Xenacanthinen, besaßen sieben Kiemenbogen, unter den lebenden besitzt sie nur *Heptanchus*. Von den verlorenen giebt die Ontogenese überhaupt kein Zeugnis mehr. Ebensowenig sei eine Wiederholung der von Gegenbaur vertretenen Bildungsweise der Gliedmaßen, als Anhängen eines Kiemenbogens, in der Ontogenese zu erwarten.

Gegenbaur bezeichnet die Ansicht, eine zweckmäßige Gliedmaße sei aus einem ursprünglich funktionslosen »Zellhaufen« entstanden, als eine teleologische, welche die Cänogenese vollkommen außer Acht lasse.

Zum Schlusse sagt er: je mehr die vergleichende Anatomie vernachlässigt werde, desto resultatloser seien die nur aus ontogenetischen Ergebnissen entsprungenen phylogenetischen Versuche.

Derselben Überzeugung habe ich oben mit anderen Worten Ausdruck gegeben.

Dagegen habe ich mich, was den besonderen Fall angeht, in einem früheren Abschnitte dahin ausgesprochen, daß mir — aus besonders hervorgehobenen Gründen — die Entstehung der Gliedmaßen der Landwirbeltiere aus Fischflossen wenig wahrscheinlich sei.

Ein Aufruf zu Gunsten der vergleichenden Anatomie. Zu den im Vorstehenden enthaltenen Schlüssen bin ich gekommen durch vergleichend-anatomische Untersuchung und physiologische Überlegung, welche beide, auch die erstere, wie ich meine, trotz des Widerspruchs Goette's ohne unmittelbare Zuhülfenahme der Entwicklungsgeschichte, im Stande sein können, bedeutende Fragen zu lösen oder zur Lösung fertig zu stellen. Ja die vergleichende Anatomie hat die Aufgabe zu solcher Lösung trotz der wachsenden Bedeutung der Entwicklungsgeschichte unverändert behalten und wird sie behalten. Die Embryologie soll immer und muß die Probe machen auf die Richtigkeit vergleichend-anatomischer Aufstellungen. Aber wenn sie ohne den Grund allgemeiner vergleichend-anatomischer Auffassung an der Hand von »Schnittserien« zu großen Ergebnissen zu kommen meint, so muß dieser Meinung wohl einmal widersprochen werden. Sie gelangt so vielmehr, wofür zahlreiche Beispiele beigebracht werden können, zu Irrtümern, zu Einseitigkeiten, ja zu »Ungeheuerlichkeiten«, dies zumal da, wo die physiologische Vorstellungs- und Behandlungsweise sie so wenig befruchtet, wie das in der Regel der Fall ist.

[1] Morpholog. Jahrbuch, XXII. Bd. 1. Heft, 1894.

Ich meine, die vergleichende Anatomie darf auch mit ihren Vertretern der Neuzeit wie Karl Gegenbaur, wie mit den alten, Cuvier voran, trotz der Embryologie sich sehen lassen und trotz derselben wird ihre Methode maßgebend bleiben. Dies sage ich, obgleich ich in der Rippenfrage zu anderer Auffassung gekommen bin, als gerade Gegenbaur; ich wende mich nur gegen die Geringschätzung, welche die vergleichend-anatomische Methode, wie sie durch Gegenbaur wesentlich vertreten wird, in dem Buche von Goette erfahren hat, der auf seinem Wege, wie mir scheint, gleichfalls in wesentlichen Dingen nicht zu richtiger Ansicht gekommen ist. Ich spreche nicht für und gegen Personen, sondern für die Sache, für die Art des wissenschaftlichen Arbeitens, welche ich hochhalte und welche unterschätzen zu lassen meiner Ansicht nach eben im Hinblick auf die herrschende wissenschaftliche Einseitigkeit zur Zeit am wenigsten Grund vorliegt.

Niemals hat man, wie mir scheint, den Begriff der vergleichenden Anatomie unter den Zoologen weniger gepflegt und hat man weniger ihren großen Aufgaben gehuldigt, als heute, wo man überall nur noch das Einzelne sieht, nirgends ein Ganzes, wo man so weit gekommen ist, ernstlich zu behaupten, die Eigenschaften des Körpers ständen unter sich nicht in ursächlichem Zusammenhang, eine jede Eigenschaft ändere für sich ab und der ganze Aufbau des Organismus beruhe auf Zufall — wo man somit dahin gelangt ist, nichts mehr zu wissen von den zahllosen Thatsachen, auf welche die von der Paläontologie doch täglich praktisch verwertete Cuvier'sche Korrelation gegründet ist.

Gewiß ist es notwendig, sich wieder zum Bewußtsein zu bringen, daß es ganze Tiere giebt, daß das Studium, daß das Verstehen, das Erfassen des Ganzen die Hauptsache, daß Erkenntnis der Gesetzmäßigkeit, nicht das Lehren des Zufalls die Aufgabe des Naturforschers sei. Es ist Zeit, wieder von den Alten zu lernen, etwas von Goethe'schem Geist in die Naturwissenschaft zurückzubringen!

Sachregister.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.





